



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA

INSTITUTO DE HORTICULTURA

COORDINACIÓN GENERAL DE POSGRADO



**LA PODA EN LA PRODUCTIVIDAD DE ARÁNDANO (*Vaccinium* spp.) EN
MICHOCÁN**

TESIS

Que como requisito parcial para obtener el grado de

MAESTRO EN CIENCIAS EN HORTICULTURA



PRESENTA

**DIRECCION GENERAL ACADEMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXAMENES PROFESIONALES**

MARÍA GUADALUPE GÓMEZ MARTÍNEZ

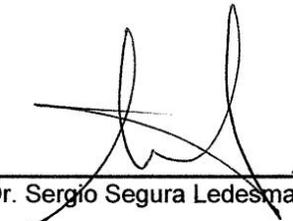
Chapingo, México, Diciembre del 2010

**LA PODA EN LA PRODUCTIVIDAD DEL ARÁNDANO
(*Vaccinium* spp.) EN MICHOACÁN**

Tesis realizada por María Guadalupe Gómez Martínez, bajo la dirección del comité asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

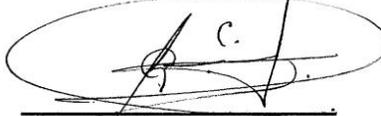
MAESTRO EN CIENCIAS EN HORTICULTURA

DIRECTOR



Dr. Sergio Segura Ledesma

ASESOR



Dr. Rogelio Castro Brindis

ASESOR



Dr. Ángel Rebollar Alvíter

Chapingo, México
Diciembre 2010

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Chapingo.

Al Centro Regional Universitario Centro Occidente (CRUCO).

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT).

Al Ing. Luis Antonio Escalera Villanueva, su apoyo ha sido fundamental en la realización de este trabajo.

A la Agrícola “Las Alicia”, al personal de campo del Rancho “El Barreno” y al Ing. Juan Carlos Escalera Villanueva.

Al comité de asesores: Dr. Sergio D. Segura Ledesma, Dr. Ángel Rebollar Alviter y Dr. Rogelio Castro Brindis.

Al Dr. Agustín López Herrera, Coordinador del Posgrado de Horticultura.

CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

RESUMEN

ABSTRACT

I. INTRODUCCIÓN	9
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	12
2.1 Origen, historia y distribución	12
2.2 Descripción botánica.	13
2.3 Grupos y variedades comerciales	15
2.3.1 Silvestres de Norteamérica.	15
2.3.2 Arbustos altos del Norte	15
2.3.3 Ojo de conejo	16
2.3.4 Arbustos altos del Sur.	16
2.3.5. Arbustos de altura media.....	17
2.4 Cultivo comercial en México.....	17
2.5 Requerimientos agroclimáticos.....	18
2.6 Requerimientos de suelo.	19
2.7 Manejo.....	20
2.7.1 Selección y Propagación	20
2.7.2 Plantación	20
2.7.3 Fertilización e irrigación	21
2.7.4 Poda	22
2.7.5 Plagas y enfermedades	22
2.7.6. Cosecha.....	23
2.8 Sistema de producción sin reposo	24
2.9 Poda	24
2.9.1 Tipos de poda.....	24
2.9.2 Efectos de poda	28
2.9.2.1 Crecimiento vegetativo	28
2.9.2.2 Inducción floral.....	29
2.9.2.3 Desarrollo de flor a fruto	32

2.9.2.4 Tamaño de fruto y rendimiento.....	34
2.9.2.6 Tiempo de cosecha.....	36
III. MATERIALES Y METODOS	38
3.1 Localización del área de trabajo.....	38
3.2 Material vegetal.....	39
3.3 Plantación y manejo.....	39
3.3.1 Podas	39
3.3.2 Toma de datos	40
3.4 Variables de estudio.....	40
3.5 Diseño experimental.....	43
3.6. Análisis estadístico	43
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	44
4.1 Manejo del experimento.....	44
4.2 Efecto de la poda en el desarrollo vegetativo del Arándano.....	44
4.2.1 Número de brotes.....	46
4.2.2 Longitud de brotes.....	47
4.2.3 Inicio de la floración.....	49
4.2.4 Días de flor a fruto.....	50
4.2.5 Altura de planta.....	51
4.2.6 Ancho de planta.....	52
4.2.7 Tallos principales.....	53
4.2.8 Número de hojas.....	54
4.2.9 Longitud de inflorescencia.....	55
4.2.10 Frutos por rama.....	56
4.2.11 Diámetro de fruto.....	57
4.2.12 Peso de fruto.....	58
4.3 Producción de fruta.....	59
4.3.1 Producción de fruta por fecha de poda.....	59
4.3.2 Producción de fruta por tipo de poda.....	61
4.3.3 Producción total	63
4.4 Implicaciones para el manejo del Arándano en Michoacán.....	64
V. CONCLUSIONES.....	67

VI. LITERATURA CITADA	69
VII. ANEXO	75

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro 1. Tratamientos de fechas e intensidades de poda en arándano ‘biloxi’ en Los Reyes, Michoacán, 2009.....	40
Cuadro 2. Variables medidas	41
Cuadro 3. Análisis de varianza de número de brotes por planta, longitud de brotes, inicio de floración, días de flor a fruto, altura de planta, ancho de planta, tallos principales, número de hojas, longitud de inflorescencia, frutos por rama, diámetro de fruto, peso de fruto, producción de frutos de arándano.	45
Figura 1. Efectos de fechas y tipos de poda en el número de brotes por planta.	47
Figura 2. Efecto de fechas y poda en la longitud de los brotes.	49
Figura 3. Efecto de la fecha y poda en el inicio de la floración.	50
Figura 4. Efecto de las fechas y poda en días de flor a fruto.	51
Figura 5. Efecto de fechas y poda en altura de planta.....	52
Figura 6. Efecto de la fecha y tipo de poda en el ancho de planta.....	53
Figura 7. Efecto de fecha y poda en tallos principales.....	54
Figura 8. Efecto de fecha y poda en número de hojas.	55
Figura 9. Efecto de fecha y poda en longitud de inflorescencia	56
Figura 10. Efecto de fecha y poda en número de frutos por rama.	57
Figura 11. Efecto de fecha y poda en diámetro de fruto.....	58
Figura 12. Efecto de fecha y poda en peso de fruto.....	59
Figura 13. Efecto de fecha en la producción de fruta por planta (g).	61
Figura 14. Efecto de poda en la producción de fruta por planta (g).	62
Figura 15. Efecto de fecha y poda en producción.	64
Figura 1A. Tratamientos de poda.....	76

LA PODA EN LA PRODUCTIVIDAD DE ARÁNDANO (*Vaccinium* spp.) EN MICHOACÁN.

M. Guadalupe Gómez-Martínez²¹; Sergio Segura-Ledesma¹; Rogelio Castro-Brindis²; Ángel Rebollar-Alviter¹.

¹Centro Regional Universitario Centro Occidente. Av. Periférico Independencia Pte. 1000. 58170. Morelia, Michoacán.

²Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Km 38.5 Carretera México Texcoco. Chapingo, Estado de México. C. P. 56230. MEXICO.

Correo-e: lugomez11@ymail.com

RESUMEN

El arándano en México está conociendo un incremento notable en su cultivo con la introducción al país de variedades del grupo de los arbustos altos del sur y actualmente se estiman más de 700 ha plantadas. Los técnicos y productores realizan el cultivo con recomendaciones generadas en las grandes zonas productoras de Norteamérica y Chile principalmente. Ante la necesidad de mejorar la productividad de esta especie en el occidente mexicano, la presente investigación tuvo lugar. Para este fin el efecto de la fecha e intensidad de poda fueron evaluados en la variedad *Biloxi* bajo condiciones de crecimiento continuo y en sistema de producción sin reposo en una localidad de invierno benigno en Los Reyes Michoacán. En una plantación de 2 años se efectuaron podas en verano después de la cosecha, 23 de Mayo, 7 de Junio, 20 de Junio, 4 de Julio y 18 de Julio; en cada fecha se realizaron seis intensidades de poda: despunte eliminando 10, 20, 30 y 50% del material vegetativo, poda regional (despunte ligero + aclareo de cañas) y plantas sin poda. Se realizaron tres repeticiones de dos plantas para

cada tratamiento. Se pudo observar que los rendimientos entre los despuntes de 10 y 20% no difieren significativamente. Podas de 30 y 50% producen brotes de 7.3 cm. en promedio y frutos de diámetro de entre 13.8 y 15.3 mm y peso de más de 169.4 en 100 frutos. El periodo de flor a fruto de 97 días se observó en las plantas no podadas. A partir de la primera semana de junio disminuyó significativamente la producción de brotes y frutos. Disminuyó también el crecimiento vegetativo y la producción de frutos al retrasarse la fecha de poda. Las implicaciones de los resultados en el manejo del arándano en Michoacán son discutidos ampliamente.

Palabras clave: arándano, arbusto alto del sur, producción forzada, México.

ABSTRACT

Blueberry cultivation in Mexico is increasing significantly due to the introduction of southern highbush varieties. It is currently estimated that there are more than 700 ha planted in the country. Technicians and producers are cultivating blueberries using guidelines mainly from the large producing areas in North America and Chile. Given the necessity to improve the productivity of this species in western Mexico, this study was carried out. To this end, the effect of different pruning dates and intensities was assessed in the *Biloxi* variety under continuous growth in a non-stop production system in a mild winter location in Los Reyes Michoacán. In a two-year-old orchard, summer pruning was conducted after the harvest on May 23, June 7, June 20, July 4 and July 18. For each date six pruning intensities were used: pruning by removing 10, 20, 30 and 50% of the plant material, regional

pruning (light pruning + cane thinning) and plants without pruning. There were three replications with plots of two plants for each treatment. It was observed that 10 and 20% pruning does not produce significantly different yields. Pruning of 30 and 40% produces shoots of 7.3 cm. (average), fruit diameter of between 13.8 and 15.3 mm. and weight of over 169.4 per 100 fruits. Plants without pruning were the first to be harvested. From the first week of June the production of shoots and fruits significantly decreased. Vegetative growth and fruit production also decreased due to delaying the pruning date. The implications of the results on blueberry handling in Michoacan are discussed extensively.

Keywords: blueberry, southern highbush, forced production, Mexico.

I. INTRODUCCIÓN

El arándano azul, especie originaria del Norte de América, se ha expandido a regiones de latitudes más bajas y otras condiciones extremas para el desarrollo de este cultivo incluyendo algunas áreas subtropicales, como el norte de Argentina y Chile, España y lo más extremo, México (Bañados, 2009). La introducción de este cultivo a lugares no tradicionales se ha logrado por la generación de variedades con requerimientos de frío menores desarrolladas en Florida, Georgia y países del Hemisferio Sur, particularmente Australia (Trehane, 2004).

Cada una de estas regiones tiene nuevos retos para producir frutos de alta calidad. Para el éxito comercial en estas áreas es necesario el conocimiento de los

procesos fisiológicos que regulan el letargo, la inducción y diferenciación de yemas florales, así como del desarrollo del fruto (Bañados, 2009).

Actualmente en México, la producción de arándanos se concentra en Jalisco, Puebla y Estado de México (SAGARPA, 2009); la producción de esta frutilla, recientemente introducida, aun se encuentra en desarrollo y de los numerosos factores que deber ser considerados en el sistema de producción, la poda es una práctica fundamental para la programación de cosechas y obtención de fruta del tamaño y calidad que exige el mercado.

En el tema de podas de arándanos azules se han desarrollado varios trabajos, principalmente en el sistema de producción donde las plantas son variedades de altos requerimientos de frío, tienen un periodo de reposo bien definido y la poda se efectúa principalmente en invierno. Básicamente se sugiere en la poda de arándanos del tipo arbusto alto (Siefker y Hancock, 1987; Strik *et al.*, 2003) el aclareo de cañas que incrementan tamaño, peso de fruto y la eficiencia de cosecha del mismo. El despunte es recomendado para controlar la altura, uno de los principales problemas en arándanos tipo ojo de conejo, ya que sin poda los arbustos alcanzan 4 m de altura en 10 años, haciendo muy difícil la cosecha manual (Krewer *et al.*, 2004). En un estudio reciente en Chile con variedades del tipo altos del sur Bañados *et al.* (2009) determinó que la poda efectuada en verano produce brotes laterales largos e induce más yemas florales, pero puede retrasar el tiempo de cosecha.

Las plantaciones comerciales en México están establecidas en condiciones climáticas y de manejo muy diferentes a los sitios de los estudios antes mencionados. Como resultado de la experiencia exitosa en las otras frutillas producidas bajo macro-túneles y acolchados plásticos, se ha reproducido este sistema en los arándanos, pero sin tener la precisión en otros aspectos tales como la poda, en un sistema de producción donde hay condiciones de crecimiento continuo y no hay acumulación de horas frío.

Con base en lo anterior en el presente trabajo se plantearon los siguientes objetivos:

1. Evaluar el efecto de diferentes intensidades y fechas de poda en el crecimiento vegetativo y productividad.
2. Evaluar el efecto sobre fecha de cosecha y picos de producción de las diferentes intensidades y fechas de poda.

Bajo la hipótesis de que el cultivo del arándano en condiciones subtropicales y de crecimiento continuo requiere poda después de la cosecha en verano para promover crecimiento vegetativo vigoroso que resultará en incremento en el tamaño de la fruta y su rendimiento.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Origen, historia y distribución

Los arándanos azul y rojo, *blueberry* y *cranberry* en inglés, respectivamente son especies conocidas en casi todo el mundo y asociados con Norteamérica: tartas, pasteles, yogurt, jugos, salsas. Pertenecen al género *Vaccinium*, el cual incluye alrededor de 450 especies que están distribuidas en el mundo desde las regiones más frías cerca del Círculo Ártico hasta regiones templadas, del trópico y neotrópico. Especies silvestres de *Vaccinium* figuran en el folclor de países como China y del Hemisferio Norte; los usos alimenticios y medicinales han sido valorados por mucho tiempo por tribus nativas (Trehane, 2004).

Los arándanos azules son originarios de la parte Este de Norte América, su cultivo como un producto hortícola empezó en Estados Unidos, país que se mantiene como el principal productor y consumidor. Antes que los colonizadores llegaran al Nuevo Mundo, los nativos de Norteamérica utilizaban estos frutos silvestres en su dieta y actualmente, la cosecha de éstos se mantiene como una importante industria en el Noreste de Estados Unidos y Este de Canadá. Los arándanos del tipo 'ojo de conejo' (*Vaccinium ashei* Reade) fueron los primeros en cultivarse a finales de siglo XIX en el Sur de Estados Unidos. La producción del arándano tipo 'arbusto alto del norte' (*V. corymbosum* L.) es un fenómeno del siglo XX originado con la investigación pionera de F. V. Coville y Elizabeth White en los comienzos de los 1900's. Inicialmente, la expansión de la producción de este cultivo fue lenta.

Por 1930, diez años después de la introducción de la primera variedad mejorada resultante del programa de mejoramiento de Coville, había menos de 80 ha cultivadas de arándanos tipo arbusto alto; en el periodo de 1950 a 1965 hubo un incremento acelerado alcanzando 8100 ha en producción (Moore, 1994). En los últimos 10 o 15 años con la liberación de las variedades del tipo arbusto alto del sur por la Universidad de Florida, las plantaciones de arándano se expandieron a áreas de latitudes más bajas, como Florida, California, centro de Argentina y Chile (Bañados, 2009).

2.2 Descripción botánica.

A) Raíces. Fibrosas y sin pelos absorbentes. Asociada con micorrizas que ayudan a la absorción de N (Yang *et al.*, 2002). Hay dos tipos de raíces: (1) las de almacenamiento, gruesas y (2) las finas, fibrosas de 50 micrómetros en diámetro encargadas de la absorción (Gough, 1994).

B) Tallos. Los tallos de un año son llamados cañas. Estos tallos o cañas se originan de yemas localizadas sobre la corona, la cual es un área de transición entre los sistemas vasculares morfológicamente distintos de la raíz y de la caña.

C) Yemas vegetativas. Son pequeñas, 4 mm de longitud aproximadamente y contiene un ápice que se extiende de 80-40 micrómetros y 120 micrómetros de diámetro. Se ubican en el sector medio y basal del brote (o ramilla de invierno), y a partir de ellas se originarán los brotes normales de la siguiente temporada (Bañados, 2007).

D) Hojas. Pueden alcanzar 75 mm de longitud y pueden tener pelos finos en el envés. Tienen un grosor de 2.2. mm y contienen varias capas estructurales entre las epidermis. La epidermis superior se compone por células simples y transparentes. Debajo de esto hay una doble capa de células en empalizada. Otra área contiene células de parénquima, llamada mesófilo esponjoso, el cual contiene cloroplastos. Su forma varía desde elípticas angostas a ovaladas. El haz puede ser opaco o brillante, rugoso o suave (Gough, 1994).

E) Yemas florales. Ubicadas en la porción apical de las ramillas. Las yemas florales son de mayor tamaño que las vegetativas y su identificación no es difícil. La diferenciación de estas yemas ocurre desde mediados del verano hasta fines del otoño y en algunas variedades y zonas de inviernos templados este fenómeno se puede prolongar por más tiempo (Bañados, 2007). Usualmente, la docena superior de yemas en el brote son florales y las inferiores son vegetativas., sin embargo en brotes gruesos pueden estar intercaladas la yemas más frecuentemente que en brotes delgados (Gough, 1994).

F) Flores. Corola blanca o rosa compuesta de cinco pétalos, cinco sépalos fusionados. 8-10 estambres, un estilo, todo fusionado a un ovario ínfero. Tiene forma de campana, el pedúnculo está adherido al brote y a lo largo las flores forman la inflorescencia o racimo.

G) Fruto. Compuesto por 5 lóculos, baya verdadera originada de la maduración de un ovario ínfero. El pericarpio es ceroso y esta fusionado con otro tejido que contiene clorofila. El fruto maduro varia en forma desde redondo a ovalado; de

blanco, negro a azul brillante y rojo en color; de pequeño a grande de 2.5 cm de diámetro.

2.3 Grupos y variedades comerciales

2.3.1 Silvestres de Norteamérica.

También conocidos en inglés como *lowbush blueberries* o *wild blueberries*. No hay plantaciones comerciales, pero una gran superficie de poblaciones silvestres es manejada para aprovechar la producción. Este tipo (2x y 4x) incluye: *V. angustifolium*, especie enana de 30 a 45 cm verticalmente y de fruto dulce; *V. myrtilloides* produce un fruto muy ácido y altura de 10 a 117 cm (Trehan, 2004). Se localizan en regiones de temperaturas invernales muy severas, toleran temperaturas hasta de -35°C. Este tipo de arándanos crecen como arbusto pequeño a manera de coberteras. El sabor fuerte de sus frutos pequeños es suficientemente fuerte para no perderse con el proceso de cocción e industrialización. Se conocen 2 variedades disponibles 'Early Sweet' 'Bloodstone' (Otto, 1995).

2.3.2 Arbustos altos del Norte

V. corymbosum es una especie nativa del Norte Este de Estados Unidos y el Sureste de Canadá (Lyrene, 2004). Tienen una altura de 1.5 a 7 m. Las variedades fueron desarrolladas principalmente de dos especies: *V. corymbosum* L. y *V. australe* Small (Gough, 1994). Es el tipo más cultivado. Sus requerimientos de frío son de 800-1000 horas frío, lo cual limita su área de adaptación. Son líderes en producción en Michigan, Nueva Jersey, Carolina del Norte, Oregon, Arkansas, Georgia (Moore, 1994). En otras partes del mundo se cultivan en Australia (Bell,

2006), Alemania (Dierking, 2006), Sudáfrica (Greeff y Greef, 2006), España (Dressler, 2006), Chile (Bañados, 2009), Argentina (Taquini, 2006), Japón (Tamada, 2006), China (Li *et al.*, 2006). Hay alrededor de 100 variedades, algunas son : 'Aurora', 'Elliot', 'Toro', 'Ozarkblue', 'Duke', 'Bluecrop'.

2.3.3 Ojo de conejo

Hay selecciones silvestres y cultivares híbridos de *V. ashei*. Este tipo de arándanos (6x) son más tolerantes a suelos de pH alto y también con más tolerancia a temperaturas altas. Son más sensibles a temperaturas bajas en invierno que los otros tipos. Tienen requerimiento de 360 a 500 horas frío. La calidad del fruto no es tan buena comparada con los del tipo arbusto alto. Son auto estériles y requieren polinización cruzada (Otto, 1995). Principalmente se cultivan en Georgia y Florida. Algunas variedades son: 'Climax', 'Premier', 'Tifblue', 'Alapaha'.

2.3.4 Arbustos altos del Sur.

Son híbridos (4x) que contienen material genético de dos, tres y hasta cuatro de *Vaccinium*. Fueron desarrollados, principalmente en Florida con el interés de obtener frutos de mayor tamaño, adaptabilidad a suelo, tolerancia a temperaturas mayores y menor requerimiento de frío. Algunas variedades son: 'O'Neal', 'Biloxi', 'Emerald', 'Jewel', 'Misty', 'Sharpblue', 'Star'.

En México la variedad más cultivada es *Biloxi*. Spiers *et al.* (2002) describen a esta variedad, desarrollada y liberada por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA), como una planta de crecimiento erecto, vigorosa y productiva. Los frutos son precoces en su maduración, de tamaño medio, buen

color, firmeza y sabor. Por su precocidad en floración, requiere protección a heladas en primavera.

2.3.5. Arbustos de altura media

Agrupar aquellos arándanos que no exceden los 150 cm. Las cruces son generalmente de *V. angustifolium* y *V. corymbosum*. Es muy tolerante a temperaturas bajas. Variedades (4x) desarrolladas principalmente en Minnesota y Michigan y concentradas en áreas frías, algunas son: 'Friendship', 'Northblue', 'Sunrise', 'Chippewa' (Otto, 1995).

2.4 Cultivo comercial en México

Las primeras plantas de arándano en México se introdujeron en la región en la región de Zacatlán, Puebla en los 70's, con plantas del tipo 'ojo de conejo' provenientes de Arkansas, Estados Unidos. Plantaciones comerciales son reportadas en 1995 con una superficie de 175 Ha en la misma región del estado de Puebla (Martínez-Cruz, 1996). En el 2003 se introdujeron a Michoacán variedades del tipo arbusto alto del Sur, estableciéndose pequeñas parcelas comerciales a partir del 2005, con el interés de extender su oferta de productos en el rubro de las frutillas, en una región consolidada en la producción de zarzamora localizada en el Municipio de Los Reyes. Entre las variedades evaluadas en esta región se tiene a 'Misty', 'Sharpeblue', 'Star' y 'Biloxi', siendo esta última la de mayor importancia actualmente (Escalera-Villanueva, 2009).

Con un crecimiento lento se reportan 196 ha plantadas principalmente en Jalisco, Estado de México y Puebla (SAGARPA, 2009).

México, desde la óptica mundial, se considera una región no tradicional en la producción de arándanos, junto con otras regiones subtropicales como el Norte de Argentina, Chile y España. Regiones que tienen el propósito de producir arándanos lo más temprano en la temporada, cada una de ellas con el reto de producir frutos de calidad y escribir completamente un capítulo nuevo en la producción de arándanos (Bañados, 2009).

La oferta de frutos frescos de México va de Marzo a Mayo (Bañados, 2009), Se exporta la totalidad de la producción a los Estados Unidos. En la temporada del 2008 se exportaron 285 851 libras con un valor de 751 413 dólares (USDA, 2008).

Las empresas exportadoras son de capital chileno y estadounidense. Comercializadoras transnacionales que acopian frutillas, zarzamora, frambuesa, fresa y arándano, fueron atraídas por la disponibilidad de frutas, la cercanía con Estados Unidos, las condiciones generadas por los Tratados Comerciales y sobre todo con la posibilidad de cerrar el ciclo de producción y de mantener una oferta en el mercado durante todo el año. De estas comercializadoras figuran entre otras: Driscoll's, Sunny Bridge, Hortifrut, Hurt's Berry Farm, Sun Belle, S. A. (Sánchez, 2008).

2.5 Requerimientos agroclimáticos.

Los arándanos tienen requerimientos de frío después de entrar a su etapa de reposo en invierno. Bajas temperaturas durante el letargo resulta en crecimiento vigoroso y floración adecuada en primavera. Frío invernal insuficiente retrasa o limita la brotación de yemas. Los requerimientos de frío varían sustancialmente

entre cultivares. Los arándanos altos del Norte necesitan de 600 a 1000 horas frío. Para los tipos ojo de conejo varía entre 350 a 650 horas frío y para los altos del Sur desde 150 a 650 horas frío. Totalmente en letargo, la mayoría de los arándanos resisten - 23°C (Trehane, 2004). Las plantas son más susceptibles a daños por frío en otoño y en el inicio del crecimiento en primavera. Yemas florales y flores emergiendo pueden ser dañadas en primavera con temperaturas de -6.1°C y - 2.2 °C, respectivamente. Tejido activo en crecimiento puede ser perjudicado a 2.2 °C y para flores abiertas son letales 0°C (Gough, 1994). Hay el caso de plantaciones en lugares libres de heladas, sin acumulación de horas frío, Williamson y Lyrene (2004^a) reportaron que los arándanos pueden ser cultivados en zonas subtropicales. Bajo esas condiciones, ciertos cultivares no entran en reposo, las plantas se mantienen crecimiento continuo mediante prácticas de poda especiales y fertilización tardía. La fotosíntesis alcanza su óptimo entre 20 – 25 °C (Lang, 1993). La iniciación de yemas florales ocurre con días que duran no más de 12 horas (Darnell, 1991; Maust *et al.*, 1999) Se requieren días soleados para producir fruta de calidad; veranos nublados y fríos resulta en frutos de baja calidad y bajo contenido de azúcar (Gough, 1994).

2.6 Requerimientos de suelo.

Los arándanos prosperan en suelos ácidos contenidos de mucha materia orgánica, los tipos ojo de conejo de 2-3 % y los tipo altos del sur no menos del 3%. Usualmente se requieren para un óptimo desarrollo coberturas orgánicas como el peat moss (antes de la plantación) y corteza de pino. Requiere pH de 4 a 5.5; en suelos con pH altos se presentan deficiencias de Fe y Zinc. El suelo puede ser acidificado mezclándolo con pequeñas cantidades de sulfuro granulado varios

meses antes de la plantación. Otra alternativa es el uso de fertilizantes que bajen gradualmente el pH del suelo. También es necesario un suelo con buen drenaje, ya que raíces expuestas a un nivel de saturación de humedad el daño de pudrición causado por *Phytophthora* puede ser severo (Williamson y Lyrene, 2004^b).

2.7 Manejo.

2.7.1 Selección y Propagación

Una recomendación general es adquirir plantas sanas, vigorosas y certificadas de libres de patógenos (Shutak, 1982). Las plantas pueden ser de cañas o varetas enraizadas de un año o más grandes de cinco años de edad. Estas varetas enraizadas inicialmente no es una inversión costosa pero plantarlas directamente en campo requiere mucho cuidado, se recomienda desarrollarlas primeramente en camas o contenedores por un año. Las plantas de mayor edad sufren de más agobio al trasplantarse y el riesgo de mortalidad es mucho mayor que en plantas más jóvenes. Es elemental abastecerse de las plantas en viveros cercanos para no retardar la plantación y evitar la deshidratación del material (Gough, 1994).

2.7.2 Plantación

El tiempo de plantación depende de las condiciones locales y las preferencias personales (Trehane, 2004). Williamson y Lyrene (2004) recomiendan para Florida que el mejor tiempo para plantar de mediados de Diciembre a mediados de Febrero. Se pueden usar plantas de raíz desnuda o desarrollada en contenedores. Hacer una sepa lo suficientemente grande para acomodar las raíces y $\frac{1}{4}$ o $\frac{1}{2}$ de

pie cúbico de turba orgánica (peat moss). Las plantas deben ser colocadas sobre camas y es muy recomendable una cobertera orgánica de corteza de pino, especialmente en el establecimiento de plantas jóvenes, con una profundidad de 9 pulgadas y extendida a 60 cm desde la planta hacia todas direcciones; esta práctica provee un excelente sustrato para la raíces superiores, además de regular la temperatura del suelo, controlar malezas, proteger de daños mecánicos y adicionar materia orgánica al suelo.

2.7.3 Fertilización e irrigación

No se aplica fertilizante en la sepa de plantación. Cuando el suelo ha sido regado, después de la plantación se aplica, sin la cobertera orgánica una 28.34 g de 12-4-8 distribuido uniformemente sobre una circunferencia de 60 cm de diámetro, también 2% de magnesio (Mg). Usar nitrógeno amoniacal o urea como fuente de nitrógeno preferentemente de nitratos. La misma fórmula se aplican 57 g al segundo año sobre una circunferencia de 90 cm de diámetro y a partir del tercer año y subsecuentes se aplican 3 sobre una circunferencia de 122 cm de diámetro (Williamson y Lyrene, 2004). Los síntomas de deficiencias de elementos menores se corrigen más eficientemente con aspersiones de fertilizantes foliares específicos. Un medidor de pH es un instrumento indispensable y es necesario usarlo regularmente ya que pH altos es la causa de muchos desbalances químicos en los arándanos (Trehane, 2004).

La demanda total de macronutrientes promedio en ojo de conejo por tonelada de producción fue de 4.7, 0.35, 5.2, 2.8 y 0.4 kg para N, P, K, Ca, y Mg,

respectivamente. La demanda de microelementos fluctúa entre 6 a 60 gr t⁻¹(Vidal et al., 1999).

Una planta madura necesita alrededor de 102 cm de agua anualmente. El período más crítico para la irrigación es desde el amarre de fruto hasta el término de la cosecha. Mientras el desarrollo de hojas continúe y la temperatura del suelo y vientos aumenten es requerido de 2.5 a 3 cm de agua a la semana por planta. La frecuencia dependerá del clima, tipo de suelo y tipo de arándano (Williamson y Lyrene, 2004).

2.7.4 Poda

El objetivo de podar plantas maduras es el balance entre el crecimiento vegetativo y reproductivo, además de limitar el tamaño del arbusto. Si las plantas no se podan llegan a ser muy densas, ramificadas e improductivas. La eliminación de cañas viejas estimula la brotación de nuevas que serán más productivas, se recomienda eliminar de 1 a 3 cañas anualmente, lo cual resultará en la renovación continua de cañas evitando así tener cañas de 3 o 4 años. Esta poda se efectúa generalmente en verano. Al final del invierno, si es necesario, se eliminan yemas florales para ajustar la carga de producción (Williamson y Lyrene, 2004).

2.7.5 Plagas y enfermedades

La plaga más problemática para cualquiera que cultive arándanos son los pájaros que comen los frutos (Trehane, 2004). Algunos insectos reducen seriamente la producción y otros afectan la calidad del fruto disminuyendo su valor. Uno de los más importantes es la larva que se alimenta del fruto, el huevo de este gusano es

depositado por la mosca *Rhagoletis mendax* Curran debajo de la epidermis del fruto en desarrollo (Ratnaparkhe, 2007).

De las enfermedades más importantes son: *Phytophthora cinnamoni* o pudrición de raíz favorecida por el exceso de agua y temperatura alta en el suelo, ningún tipo de arándano es inmune a ella; *Botrytis cinerea* o moho gris en la flor, destruye las flores en periodos de lluvia o días nublados que ocurren durante la floración; *Botryosphaeria dothidea* o mildiu del tallo, hay decoloración al interior y tejido necrótico, no hay control químico (Williamson y Lyrene, 2004). La roya *Pucciniastrum vaccinii* o roya, hojas con manchas amarillas al inicio y si la enfermedad es severa, la hoja muere al eventualmente al tornarse necrótica. Hojas infectadas caen prematuramente y la defoliación severa puede reducir la siguiente producción de fruta. No hay fungicidas actualmente registrados para su control (Caruso y Ramsdell, 2007).

2.7.6. Cosecha

Los frutos de arándano madurarán un mes y medio o dos meses y medio después de haber florecido. En Estados Unidos la temporada de cosecha empieza usualmente en Mayo, lo más temprano iniciando abril (Williamson y Lyrene, 2004^a) en Florida y a mediados de Julio en Carolina del Norte. En aéreas del norte, como Nueva Inglaterra y el medio oeste, la cosecha va de Julio a Agosto. El periodo de cosecha dura de seis a ocho semanas, dependiendo de la variedad (Otto, 1995). En contra-estación Chile cosecha de Octubre a Abril (Bañados, 2009) y Argentina (Pescie y López, 2007) en los meses de Octubre a Noviembre. La oferta de frutos frescos de México va de Marzo a Mayo (Bañados, 2009).

Los frutos están listos para cosechase una o dos semanas después de que el primer fruto se tornó azul. Ellos continuarán madurando, serán más dulces y grandes durante una semana después de haberse tornado azules. Para determinar su maduración, se tiene que observar el fruto completamente. Frutos que no están totalmente maduros tendrán un anillo rosa o rojo cerca del pedúnculo, los completamente maduros se desprenderán fácilmente al cosecharse (Otto, 1995).

2.8 Sistema de producción sin reposo

La producción intensiva sin reposo implica la aplicación de nitrógeno (N) durante todo el otoño y el invierno, con lo cual permite a las plantas no entrar en el ciclo de reposo normal acompañado de los requerimientos de frío. En general, el incremento de la dosis de nitrógeno de 84 a 252 kg ha⁻¹ (año 1) o de 168 kg a 336 kg ha⁻¹ (año 2) aumenta el volumen del dosel, retención de hojas, y nuevas brotaciones vegetativas. Por lo anterior se considera factible el establecimiento de arándanos en zonas de inviernos benignos bajo las condiciones descritas; este sistema puede extender la producción de arándanos en aéreas subtropicales y tropicales donde el frío acumulado es inadecuado para la producción de sistemas tradicionales o con letargo (Reeder *et al.*, 1998).

2.9 Poda

2.9.1 Tipos de poda

La poda en el cultivo del arándano es una práctica de manejo que depende de la variedad, edad de la planta y sistema de producción principalmente.

En la práctica, hay dos tipos de corte en la poda: despunte y aclareo. Al despuntar brotes, incluyendo yemas apicales se estimula la brotación de yemas laterales a largo del brote, este tipo de poda se usa para controlar la altura y redistribuir el crecimiento de la planta. Con el aclareo se eliminan los brotes desde su origen, lo cual no estimula la brotación de yemas laterales, pero se usa para remover madera muerta y rejuvenecimiento de plantas, este tipo de poda tiene un efecto marcado en el tamaño y forma de la planta.

Para la cosecha mecánica es necesaria una poda muy especializada para formar los arbustos. Todos los brotes de la base deben eliminarse para permitir el movimiento del equipo. El arbusto es limitado a 5 a 10 cañas largas y cercanas una de otras. La altura del arbusto dependerá de la maquina cosechadora.

a) Plantas jóvenes

El principal propósito al podar plantas jóvenes de arándano (1 o 2 años) es equilibrar el crecimiento de brotes y raíces, además de eliminar brotes débiles o mal posicionados. Una regla es despuntar de $\frac{1}{3}$ a $\frac{1}{2}$ de la planta en el momento que se trasplanta. Plantas con un sistema radicular débil requieren una poda más severa, lo contrario para una planta sana y vigorosa. En plantaciones nuevas no es necesaria una poda selectiva, pero si es recomendable eliminar yemas florales de brotes débiles para mejorar el crecimiento vegetativo y vigor de las plantas durante la primera temporada (Davis y Crocker, 1994).

Eliminar los crecimientos débiles desde su base y dejar aquellos brotes más vigorosos, y eliminar las yemas florales para favorecer la formación de la planta (Bañados, 2005)

b) Plantas adultas

Al remover cañas viejas, de más de 4 años, estas pierden productividad. Se recomienda eliminar ramas que crecen hacia el interior o a aquellas que se encuentran en la parte baja de la planta así como eliminar ramitas cortas y débiles menores a 8 cm. En variedades con muchas yemas por ramilla, se puede considerar un despunte para eliminar el sector de entrenudos más cortos, reduciendo el riesgo de frutos de menor calibre. Siguiendo estos paso anualmente, se obtiene un arbusto abierto, sin cañas improductivas y con buena producción (Bañados, 2005). Davis y Crocker (1994) recomiendan para arándanos 'ojo de conejo' podar en los primeros 5 o 7 años después de la plantación, principalmente para controlar la altura de las plantas, aunque arbustos que se encuentran bajo condiciones favorables para el crecimiento pueden requerir poda antes de los 5 años. Para arándanos del tipo arbustivos del Norte es necesaria una poda manual, preferentemente cuando la planta se encuentra en reposo ya que se puede estimar la carga de producción con las yemas florales presentes. Generalmente, una tercera parte de las principales cañas son eliminadas desde la base cada año, permitiéndole a la planta renovarse a los tres años. Adicionalmente se hace un

despunte para reducir altura y carga de producción, además de material improductivo. Una poda apropiada es costosa e implica consumo de tiempo, pero es esencial para una producción consistente. La poda efectuada después de la cosecha, en verano, estimula nuevo crecimiento. Las plantas que no son podadas en verano tienden a entrar en reposo.

c) Poda de rejuvenecimiento

Podar la copa del arbusto a la mitad de manera anual alternada efectuada inmediatamente después de la cosecha, provee un adecuada altura de arbusto sin reducir significativamente el rendimiento. Hacer este despunte mecánicamente tiene el inconveniente de producir mucha brotación el parte superior del arbusto y muy poca brotación en partes medias o más bajas del arbusto. Por lo anterior se hace necesaria también una poda manual para lograr el rejuvenecimiento del arbusto (Davis y Crocker, 1994)

Arándanos ojo de conejo son económicamente productivos hasta 25 años o más, en las condiciones de Florida. En Michigan y New Jersey hay muchos arándanos del tipo arbustivo (*highbush*) que se mantienen productivos después de los 50 años. Sin embargo, cañas de manera individual tienden a perder vigor y productividad en 10 a 15 años, dependiendo de las podas y prácticas culturales efectuadas previamente.

La eliminación anual de una cuarta o quinta parte del arbusto produce un rejuvenecimiento en 4 a 5 años de la planta, sin disminuir el rendimiento

severamente. Una poda drástica de rejuvenecimiento puede eliminar la producción en la temporada después de la poda, seguida de una producción modesta al segundo año y con un incremento moderado hasta el tercer año.

2.9.2 Efectos de poda

2.9.2.1 Crecimiento vegetativo

Strik *et al.*, (2003) menciona que las plantas podadas severamente tuvieron significativamente mayores porcentajes de peso seco. Puede ser una opción a corto plazo no podar plantas maduras.

En Chile Bañados, *et al.* (2009) recientemente efectuaron podas en *O'Neal* (variedad alta del sur) y *Elliot* (arbusto alto del norte) dos de las principales variedades de arándanos cultivados en Chile. La variedad *Star* (arbustusto alto del sur) ha sido cultivada recientemente en la parte norte del país. La poda efectuada al inicio del verano resulta en mayor número y longitud de brotes laterales que una poda efectuada al final de la estación, la cual no produjo brotes laterales, esta respuesta es probablemente relacionada con el reposo de las yemas. Los autores suponen que los brotes (tipo 3) no son capaces de producir laterales debido al endo-letargo, puesto que la temperatura era óptima para el crecimiento y se había eliminado la dominancia apical. Plantas podadas más temprano en verano producen más número de laterales y de mayor longitud. El periodo de letargo de las yemas puede variar entre cultivares debido a sus

diferencias en su composición genética y también a las diferentes latitudes de los sitios de estudio (Bañados, *et al.*, 2009) Para cultivares de tipo arbustivas del sur la poda en verano retrasa el periodo de cosecha. Los brotes más largos (tipo 1) tuvieron más yemas florales que los brotes tipo 3. La longitud total de los brotes parece estar relacionada con el número de yemas florales por tratamiento (Bañados, *et al.*, 2009). Otro factor a considerar es el diámetro de la ramilla, se recomienda emplear ramillas de 30 cm o más, y diámetro mayor 4 mm (Bañados, 2005).

Pescie y López, 2007 mencionan que se presentan dos periodos de crecimiento vegetativo: brotaciones de primavera, de yemas vegetativas desarrolladas sobre ramas de un año, y brotaciones de verano a partir de yemas desarrolladas en los brotes de primavera.

2.9.2.2 Inducción floral

Bañados (2005) indica que los arándanos son arbustos formados por tallos o caña de diferentes edades, por la corona de la plantan y las raíces. La fruta se origina en yemas florales simples ubicadas a la porción apical de las ramillas. Las yemas florales son de mayor tamaño que las vegetativas y su identificación no es difícil. La diferenciación de estas yemas ocurre desde a mediados del verano hasta fines del otoño y en algunas variedades y zonas de inviernos templados este fenómeno se puede prolongar por más tiempo.

La inducción y la diferenciación ocurre de forma basípeta en el brote, es decir, se inicia en la punta y prosigue hacia la base, por lo tanto las primeras yemas se observarán en la zona apical. Las yemas florales son de mayor tamaño que las

vegetativas, las que se ubican en el sector medio y basal del brote (o ramilla de invierno), y a partir de ellas se originarán los brotes normales de la siguiente temporada.

Para que la planta de arándano comience el proceso de inducción y diferenciación floral requiere que se haya detenido el crecimiento vegetativo del brote. Dependiendo de la época en que ocurra la detención del crecimiento, será el periodo en que se inicie la inducción y diferenciación floral, y esto puede variar de brote en brote. Se requiere al menos 2 semanas de detención del crecimiento para visualizar las primeras yemas florales.

Brote que presentan numerosos y sucesivos flujos de crecimiento, el desarrollo de yemas florales en forma retardada comparado con brotes que se detienen temprano. El vigor del brote, de la planta y las fertilizaciones nitrogenadas tardías afectan la época de detención del crecimiento del brote y, por lo tanto, la formación de yemas florales.

Pescie y López (2007) reportaron para plantaciones en Argentina que hay dos momentos de inducción floral bien marcados según la rama que contiene estas yemas. Las yemas desarrolladas sobre los brotes de primavera son inducidas en diciembre con un fotoperiodo de 15.3 h, con días que se alargan y con 22.5 °C promedio, mientras que las yemas desarrolladas sobre los brotes de verano son inducidas a comienzos de abril con 12 h de fotoperiodo, con días que se acortan y 18.2 °C promedio. En la cosecha hay dos picos en el volumen de fruta cosechada

con 20 días de diferencia entre ellos, que podrían ser consecuencia de estos dos momentos de inducción floral observados con condiciones climáticas diferentes durante la diferenciación floral.

Se presentan dos momentos de inducción floral (IF) en la misma planta, seguido del proceso de diferenciación floral, tanto en las plantas control como en los tratamientos convencional (Strik, 2003) y poda en verde. En los brotes de primavera (de yemas vegetativas desarrolladas sobre las ramas de una año) y en los brotes de verano (a partir de yemas desarrolladas en los brotes de primavera) se forman yemas florales durante el mismo año productivo, a pesar de desarrollarse en situaciones climáticas distintas e independientemente de la práctica de poda utilizada.

Analizando los efectos ambientales encontrados que actúan sobre la inducción floral en plantas bajo invernadero y plantaciones a campo, la temperatura parece ser un factor de mayor importancia en su manifestación. Si la inducción floral en brotes de verano no se da en días que se acortan, la temperatura podría ser el factor de mayor estímulo de la inducción floral y la posterior diferenciación.

Plantas en que se efectuaron podas en verde se presentó significativamente mayor rendimiento en el primer pico de cosecha (24 Oct), aunque para el segundo pico de cosecha (12 Nov) no hubo diferencias significativas en rendimientos entre los tratamientos de poda.

Gough (1983) determinó en arbustos maduros de varios cultivares de arándanos altos (*Vaccinium corymbosum* L) plantas no podadas fueron las primeras en

completar el periodo de floración (cuando las primeras corolas empieza a caer). Una poda efectuada a finales del verano (Sep 16) retarda la floración. Sin embargo, con una poda efectuada en invierno (Feb 15) las plantas florecieron poco después de aquellas no podadas. La poda resultó en promedio con un retraso en la floración de 0-5 días.

2.9.2.3 Desarrollo de flor a fruto

Ni la falta de unidades frío durante el reposo, ni las temperaturas cálidas durante el desarrollo floral cambian la morfología de la flor suficientemente para afectar el amarre de fruto (Lyrene, 1994).

Lyrene (2004) señaló que obtener altos rendimientos de arándanos de buena calidad y producirlos adelantados a la temporada se requieren de variedades de bajos requerimientos de frío y con un intervalo corto de flor a fruto; además lograr plantas de follaje abundante y sano durante la mayor parte del desarrollo del fruto, puesto que la mayoría del azúcar del fruto es fabricada por las hojas durante este periodo.

Algunas selecciones de bajo requerimiento de los tipos ojo de conejo y arbustivas del sur tienen la habilidad de florecer y brotar al inicio de primavera, aun cuando mantienen la mayoría de las hojas viejas del año anterior. Desafortunadamente, las enfermedades del follaje, especialmente la roya, que tiende a atacar hojas nuevas. Otro problema es que plantas que producen mucho follaje antes de perder las hojas viejas pueden ser más susceptibles a daños por heladas tardías en invierno.

Un patrón fenológico no deseable presentado en algunas selecciones del tipo arbustivas del sur en el norte de Florida es que mantienen las hojas viejas durante el periodo de floración pero no son conservadas en el periodo de desarrollo del fruto, el resultado es lento desarrollo del fruto, disminución de la calidad, y algunas veces, la pérdida de los racimos de fruta.

Las variedades 'Misty' y 'Marimba' son buenos ejemplos de aquellas arbustivas del sur donde las yemas florales aparecen para inhibir la generación de hojas. Ambos cultivares producen muchos frutos de yemas florales que abren en un periodo amplio desde Febrero y hasta inicio de Marzo en el Norte de Florida. En muchos años, pocas o ninguna yemas vegetativas brotan hasta que todas las yemas florales han abierto. Con el tiempo, las plantas pueden estar bajo el agobio del aumento de temperatura, excesiva carga de producción, y agotamiento de los carbohidratos, además de que los tallos empiezan a morir descendentemente a partir del ápice. *Botryosphaeria dothidea*, cáncer del tallo, y otros patógenos pueden contribuir a este proceso. Inclusive cuando los tallos o la planta no mueren, la maduración de los frutos se retrasa, y la calidad disminuye por el exceso de producción y la escasez de follaje. Productores de Florida han manejado exitosamente 'Misty' efectuando una poda en invierno para reducir la carga de yemas florales y aplicando cianamida de hidrógeno. En estas áreas con 600 a 800 horas frío, 'Misty' abre sus yemas florales en un periodo de tiempo corto que permite desarrollar follaje sin mayores problemas.

En Michigan, New Jersey, o el Pacífico Noroccidente rara vez tienen el problema de la escasa producción de follaje, esto sugiere que el problema en Florida es una

manifestación de la falta de frío en invierno. Han encontrado plantas de arándanos del tipo arbustivas del sur (requerimientos de frío de 100 a 500 h debajo de 7° C) que desarrollan follaje más rápidamente después de ser puestas en invernaderos si las plantas fueron previamente enfriadas por 1200 horas a 2° C y no a 6°C. En algunos años, variedades arbustivas del sur cultivadas en parcelas comerciales en la parte Centro de Florida al sur de Orlando, desarrollan mejor follaje que las mismas variedades con un manejo similar a 200 km al Norte. Esto contradice a lo esperado si la falta de frío fuera la razón fundamental de la baja producción de hojas.

Algunos productores en Florida rocían sus plantas durante el invierno y primavera con soluciones diluidas de N, P, K y elementos menores con la intención de mejorar el desarrollo de follaje en primavera, pero la efectividad de esto no ha sido estudiada científicamente. Si alguna práctica en el manejo durante el otoño podría mejorar el desarrollo de hojas en primavera en arándanos es desconocida.

2.9.2.4 Tamaño de fruto y rendimiento

El arbusto tolera una eliminación considerable de cañas antes de que haya una disminución en el rendimiento. El tamaño de fruto se incrementa al reducir área basal de las plantas eliminando cañas. Una poda severa tiene un efecto significativo en la producción de nuevas cañas. La poda debe efectuarse preferentemente eliminando las cañas gruesas (>2.5 cm) que las de menor grosor. La productividad se afecta a largo plazo con la poda, estimulando la formación de nuevas cañas que pueden reemplazar a las canas viejas y sin vigor (Siefker y Hancock, 1987).

Strik *et al.* (2003) determinaron que plantas no podadas tuvieron rendimientos significativamente más altos que aquellas podadas de manera convencional (eliminación de cañas improductivas y brotes delgados de un año en la base y parte superior del arbusto), mientras que una poda rápida (eliminación de 1 o 2 cañas improductivas) produjeron rendimientos intermedios. El tamaño de fruta fue menor en las plantas de poda ligera y no podadas.

Krewer *et al.* (2004) mencionaron que uno de los principales problemas en arándanos tipo ojo de conejo es controlar la altura de las plantas. Sin poda los arbustos alcanzan 4 m de altura en 10 años, haciendo muy difícil la cosecha manual. En plantas de la variedad 'Climax' y 'Tifblue' de un vigor moderado no presentaron diferencias significativas en rendimiento al efectuarse despuntes mecánicos después de la cosecha o eliminando cañas en invierno comparadas con aquellas que no se podaron. Sin embargo, el despunte mecánico efectuado en Agosto, mejora la penetración de luz en el dosel, manteniendo los rendimientos a pesar de que el tamaño del arbusto es reducido, además de aumentar la cantidad de frutos que se pueden cosechar manualmente y haciendo más eficiente la cosecha mecánica, lo anterior en su conjunto puede ser redituable comparado con el bajo costo comparado con la poda manual, compensando la pequeña disminución del rendimiento. En 'Climax' una combinación de los tratamientos de despunte mecánico (10% eliminación de dosel) después de cosecha y la remoción de cañas en invierno (25-30% eliminación de dosel) muestra una tendencia a la disminución del rendimiento. Es evidente que esa práctica elimina demasiadas yemas florales. Aunque probablemente será necesaria la eliminación de algunos

brotos muy delgados para prevenir la formación de “patas de gallo” (múltiples ramas en una parte de la caña) posteriormente efectuarse el despunte mecánico, con el cuidado de no remover un excesivo número de yemas florales. Con el tiempo es necesaria una poda más detallada y la eliminación de algunas cañas para mantener la apertura de los arbustos. Sin embargo, el costo del despunte mecánico después de la cosecha es mucho menor comparado con la poda de eliminación de cañas como principal método de poda. El despunte mecánico después de la cosecha puede reducir los costos de manejo significativamente en la producción de arándanos en el Sur de Georgia.

Bañados (2009) menciona que la poda de verano afecta el tamaño de fruto. Los frutos fueron de mayor tamaño en los que se podaron al inicio del verano que en aquellos que no fueron podados. En muchos huertos de Chile es común evitar la severidad en la poda, ya que se piensa que se reducirá la producción de fruta. Esto ha causado huertos entre 7 y 10 años que se observan avejentados, con escaso número de cañas de reemplazo, ramillas cortas y delgadas, y con producciones decrecientes en el tiempo.

Siefker y Hancock (1986) analizaron que el rendimiento es más fuertemente determinado por las cañas por planta y frutos por caña que por el peso del fruto. Un alto número de frutos por caña es asociado con bajos pesos de fruto en diversas variedades.

2.9.2.6 Tiempo de cosecha

Strik *et al.* (2003) Para las plantas no podadas, la temporada de cosecha empezó 3 a 5 días más tarde y prolongada una semana más que en las plantas podadas

severamente. Strik *et al.* (2003) La eficiencia de cosecha se redujo al 51% en las plantas no podadas.

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización del área de trabajo

El presente estudio se realizó en unidades de producción comercial de arándano en el Rancho “El Barreno” de la Agrícola “Las Alicia”, ubicada en la parte norte del municipio de Los Reyes, Michoacán. La región comprende un valle de 3,500 ha (Aprox.) donde se cultiva caña de azúcar principalmente. Además se cultiva zarzamora y otros frutales en menor escala. El arándano es considerado como cultivo promisorio en la región y actualmente se han establecido 20 ha bajo cubierto. El valle se encuentra rodeado por un complejo de montañas desde 1000 m hasta los 3,400 m. Esta situación ha generado una interacción de suelos, hidrología, vegetación y manejo de los agroecosistemas que hacen de la zona un ambiente adecuado para el manejo de cultivos alternativos como el arándano (Sánchez, 2008).

El clima que se presenta en el lugar de estudio es semicálido subhúmedo con lluvias en verano de los meses de junio a octubre, con una precipitación de 900 mm anuales, una media anual de temperatura de 20 °C, siendo el mes cálido Mayo con 25 °C y el mes frío Enero con una media de 12 °C. El suelo presente en la región es de tipo arcilloso de color café oscuro, de buena fertilidad y un alto contenido de materia orgánica, un pH de 6.0 a 7.0.

3.2 Material vegetal

El material que se utilizó en este experimento fueron 180 plantas de arándano del tipo arbustiva del sur de la variedad *Biloxi* plantadas bajo cubierta plástica (macrotúnel). Las plantas fueron propagadas en el sitio a partir de plantas madre provenientes de un vivero comercial.

3.3 Plantación y manejo

La plantación se realizó en julio del 2007 en camas de un metro de ancho por 40 cm de elevación, adicionando tierra de bosque de pino, rico en materia orgánica, a todo lo largo y ancho de la cama de plantación, se agregó también una capa de 10 cm de corteza de pino con lo cual se mejoraron las condiciones físicas del suelo, así como un pH de 6.0. Una vez terminada la cama se cubrió con plástico bicolor, negro en la parte inferior y blanco en la parte superior para hacer más eficiente el riego, mismo que fue suministrado por goteo con cinta flexible. La distancia entre plantas es de un metro y entre camas de 3 m, con el sistema de macro-túneles para cada dos hileras.

Se utilizó el tratamiento de fertilización de 160-120-120. Se aplicaron 40 kg distribuidos en los dos primeros meses después de la poda y el resto del tratamiento se distribuyó durante todo el ciclo mensualmente.

3.3.1 Podas

Al segundo año de establecidas en campo, las plantas alcanzaron una altura de 1.10 m y a partir del mes de mayo, a dos plantas por tratamiento se aplicaron los seis tipos de poda durante cinco fechas a saber: 23 de mayo, 7 de junio, 20 de junio, 4 de julio y 18 de julio del año de 2009. Los seis tipos de poda: a) despunte del 10 % de las ramas superiores, b) despunte de 20 % de las ramas

superiores, c) despunte de 30 % de las ramas superiores, d) despunte de 50% de las ramas, e) eliminación de ramas laterales y despunte de 10%, f) testigo, plantas sin ningún tipo de poda.

Cuadro 1. Tratamientos de fechas e intensidades de poda en arándano 'biloxi' en Los Reyes, Michoacán, 2009.

FECHA DE PODA		TIPO DE PODA	
F1	23 de Mayo	P1	Despunte de 10%
F2	7 de Junio	P2	Despunte de 20%
F3	20 de Junio	P3	Despunte de 30%
F4	4 de Julio	P4	Despunte de 50%
F5	18 de Julio	P5	Despunte de 10% y raleo de cañas (Poda regional)
		P6	No poda

3.3.2 Toma de datos

Una vez que se realizó la poda en cada fecha, se inicio con la toma de plantas con una frecuencia semanal, a partir del mes de enero de 2010, se realizó la cosecha en forma manual, cada semana, pesando la producción de cada planta por unidad experimental.

3.4 Variables de estudio

Se midieron 13 variables del desarrollo de la planta que permitieron hacer una evaluación general del efecto de la poda en la productividad de plantas del arándano (Cuadro 2).

Cuadro 2. Variables medidas

Variable	Abreviación	Unidad de medición
Brotes por planta	NUBRO	Número
Longitud de brote	LOBRO	cm
Inicio de floración	INFLO	Días
Periodo de flor a fruto	FLFRU	Días
Atura de planta	ALTPTA	m
Ancho de planta	ANPTA	m
Tallos principales	TAPRI	Número
Numero de hojas	NUHOJ	Número
Longitud de inflorescencia	LOINF	cm
Fruto por rama	FRAMA	Número
Diámetro de fruto	DIFRU	mm
Peso de fruto	PEFRU	g
Producción	PRODU	g

- a) Número de brotes por planta (NUBRO). A los 60 días de iniciada la poda se contabilizaron y se midieron los brotes presentados en cada planta de estudio.
- b) Longitud de brote (LOBRO). A partir de los 90 días, antes de la floración se determinó la longitud del brote en cada planta.
- c) Inicio de floración (INFLO). En cada tratamiento de poda se contabilizaron los días transcurridos desde el inicio de poda a la aparición de las primeras flores, considerado como un 10 % de floración.
- d) Periodo de flor a fruto (FLFRU). Se consideró el tiempo transcurrido desde el inicio de la floración a la maduración del fruto.

- e) Altura de planta (ALPTA). Se determinó la altura de la planta, en el centro desde la base a la parte terminal.

- f) Ancho de planta (ANPTA). En la parte media de la planta se midió el diámetro de la parte foliar.

- g) Tallos principales (TAPRI). Se contabilizaron los tallos desarrollados en más de 1 cm de diámetro.

- h) Número de hojas (NUHOJ). Se contabilizaron las hojas producidas en cada planta.

- i) Longitud de inflorescencia (LOINF). Se midió la longitud de la parte floral en cada rama.

- j) Fruto por rama (FRAMA). En cada rama se determino el número de frutos.

- k) Diámetro de fruto (DIFRU). En la parte central se midió el diámetro de 10 frutos al inicio, en la parte media de la cosecha y al final del ciclo productivo.

- l) Peso de fruto (PEFRU). En la parte media del ciclo productivo, se pesaron 100 frutos al azar para conocer el peso promedio de fruto.

m) Producción (PRODU). En cada planta desde la maduración de los primeros frutos, durante un periodo de cinco meses, cada semana se cosecharon y se pesaron los frutos maduros.

3.5 Diseño experimental

Bajo un diseño experimental de bloques al azar y con una distribución de parcelas divididas. En la parcela grande se distribuyeron las fechas de poda y dentro de cada fecha se distribuyeron los tipos de poda. La unidad experimental estuvo conformada por dos plantas y tres repeticiones.

3.6. Análisis estadístico

El análisis de las variables se realizó por medio de métodos descriptivos como planos cartesianos con barras o líneas para ilustrar la evolución de las plantas en las diferentes fechas. Además se realizó un análisis de descomposición de la varianza para distinguir el efecto de los dos factores (poda y fechas) en las 13 variables respuesta. El programa SAS se utilizó para este fin.

Con el fin de distinguir de mejor manera las diferencias significativas entre tratamientos, se utilizó la prueba de medias de Tukey con el mismo programa informático.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El cultivo del arándano en México está conociendo un incremento notable en su cultivo con la introducción al país de variedades del grupo de los arbustos altos del sur y actualmente se estiman más de 700 ha plantadas. En Michoacán los técnicos y productores realizan el cultivo con recomendaciones generadas en las grandes zonas productoras de Norteamérica y Chile principalmente. Ante esta situación el presente estudio tuvo lugar.

La poda en el cultivo del arándano en Michoacán es una práctica cultural que puede mejorar la productividad de variedades altas del sur como *Biloxi*. En seguida se anotan los resultados con base en los factores probados para cada variable medida.

4.1 Manejo del experimento

El experimento se desarrollo sin anomalías de manejo y climáticas. Las plantas de arándano presentaron uniformidad en crecimiento y vigor durante la propagación y el periodo de desarrollo en el invernadero de producción. Las podas se iniciaron el 28 de Mayo cuando terminó el primer periodo de cosecha. Este periodo se definió por dos condiciones: a) oportunidad de mercado y b) presencia de lluvias.

4.2 Efecto de la poda en el desarrollo vegetativo del Arándano

Se presentan los resultados del análisis de la varianza de las variables medidas en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Análisis de varianza de número de brotes por planta, longitud de brotes, inicio de floración, días de flor a fruto, altura de planta, ancho de planta, tallos principales, número de hojas, longitud de inflorescencia, frutos por rama, diámetro de fruto, peso de fruto, producción de frutos de arándano.

Factor	CM	Valor de F	Pr>F	Significancia
<u>Número de brotes planta⁻¹</u>				
Fecha	40635.90	107.51	<.0001	**
Poda	16663.22	44.08	<.0001	**
Fecha*Poda	4050.64	10.72	<.0001	**
Error	377.99			
<u>Longitud de brotes</u>				
Fecha	137.43	35.15	<.0001	**
Poda	596.76	152.64	<.0001	**
Fecha*Poda	26.15	6.69	<.0001	**
Error	3.91			
<u>Inicio de floración</u>				
Fecha	1683.15	2342.94	<.0001	**
Poda	33.12	46.10	<.0001	**
Fecha*Poda	13.10	18.24	<.0001	**
Error	0.718			
<u>Días de flor a fruto</u>				
Fecha	54400.42	2380.83	<.0001	**
Poda	484.00	213.38	<.0001	**
Fecha*Poda	60.06	26.48	<.0001	**
Error	2.27			
<u>Altura de planta</u>				
Fecha	0.0156	4.48	0.0032	
Poda	0.1105	31.68	<0.0001	**
Fecha*Poda	0.0074	2.13	0.0134	
Error	0.0035			
<u>Ancho de planta</u>				
Fecha	0.1571	18.13	<.0001	**
Poda	0.0909	10.49	<.0001	**
Fecha*Poda	0.0174	2.01	0.0208	
Error	0.0087			
<u>Tallos principales</u>				
Fecha	61.53	15.74	<.0001	**
Poda	15.54	3.97	0.0036	
Fecha*Poda	4.32	1.11	0.3688	
Error	3.91			
<u>Número de hojas</u>				
Fecha	2.51	21.83	<.0001	**
Poda	4.45	38.69	<.0001	**
Fecha*Poda	0.75	6.61	<.0001	**
Error	0.11			
<u>Longitud de inflorescencia</u>				
Fecha	3.05	7.76	<.0001	**
Poda	14.96	38.08	<.0001	**
Fecha*Poda	0.65	1.65	0.0709	
Error	0.393			
<u>Fruto rama⁻¹</u>				
Fecha	12.93	17.15	<.0001	**
Poda	21.30	28.25	<.0001	**
Fecha*Poda	2.61	3.46	0.0001	
Error	0.75			
<u>Diámetro fruto</u>				
Fecha	10.07	97.60	<.0001	**
Poda	15.11	146.38	<.0001	**
Fecha*Poda	0.33	3.24	0.0002	
Error	0.10			
<u>Peso fruto</u>				
Fecha	806.76	24.62	<.0001	**
Poda	2680.76	81.80	<.0001	**
Fecha*Poda	5.20	1.81	0.0418	
Error	32.77			
<u>Producción fruto planta⁻¹</u>				
Fecha	1056242.73	8.55	<.0001	**
Poda	2896037.05	23.43	<.0001	**
Fecha*Poda	314715.50	2.55	0.0030	
Error	123603.92			

4.2.1 Número de brotes

La producción de brotes es una de las variables más importantes para la futura producción. De cada brote se puede formar una inflorescencia y su tamaño y vigor dependerá de la cantidad de flores y frutos que amarre.

Los resultados muestran un efecto importante de fechas y tipo de poda, así como de la interacción de ambas. El análisis estadístico arrojó tres grupos de notable significancia. La poda efectuada el 20 de Junio (F3) produjo la mayor cantidad de brotes con 296, la fecha 23 de Mayo (F1) 272.2 brotes y la fecha más tardía, 18 de Julio (F5) 171 brotes. Los resultados reportados por Bañados (2009) indican que la época de despunte afecta la cantidad de brotes de cada tipo; en la fecha más temprana de poda 100% de brotes despuntados tuvieron capacidad de emitir brotes anticipados (se originan de yemas formadas en la misma temporada en brotes en respuesta a la poda en verde), una poda efectuada 15 días después obtiene 9% de brotes con yemas en estado inicial de letargo, incapaces de emitir brotación, proporción que aumentó en forma progresiva en fechas de poda más tardías. En nuestro caso la respuesta en el mayor número de brotes no se tuvo con la poda más temprana (23 de Mayo), sino un mes después de ésta, esto coincide con lo reportado con Bañados (2009) en el sentido de que una poda quince días después de la que resultó en mayor número de brotes (F3) obtuvo significativamente menos número de brotes, decreciendo el número de brotes en las fechas sucesivas.

En el caso de podas se presentaron dos grupos de significancia destacando el despunte de 10% (P1) con 282.867 brotes y en último lugar se ubicaron las plantas no podadas (P6) con 207.8 brotes. Con el despunte ligero (P1) se esperaba la mayor cantidad de brote, debido a que sólo se eliminó la parte superior de la planta contabilizado en 10%, lo que permite tener una mayor cantidad de ramas iniciales donde se desarrollan las yemas que posteriormente generan brotes que producen nuevas hojas, flores y frutos. A medida que se intensifica la poda, despuntado 20, 30 y 50% (P2, P3 y P4) lo brotes descendieron progresivamente con 276, 272 y 221 brotes respectivamente, hasta un mínimo de 207 para las plantas no podadas.

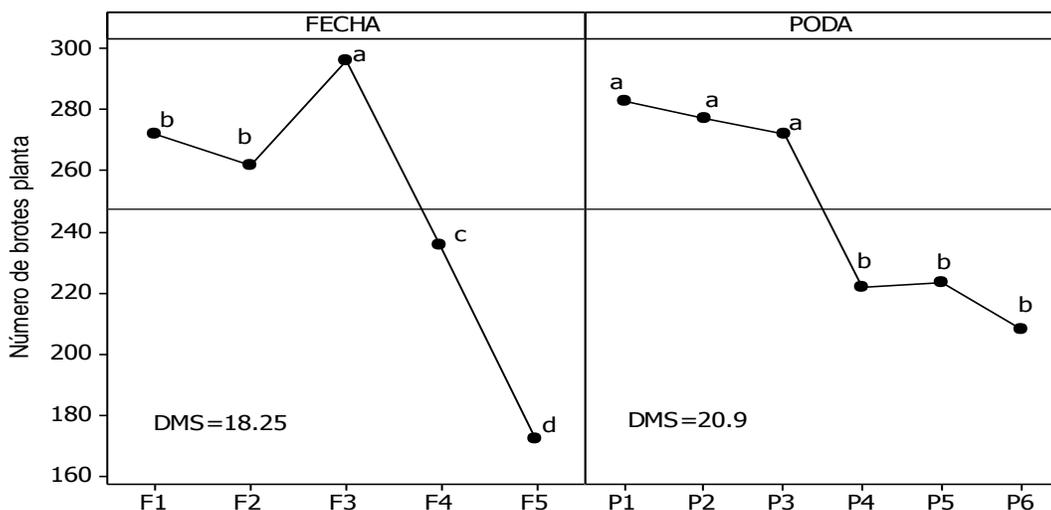


Figura 1. Efectos de fechas y tipos de poda en el número de brotes por planta.

4.2.2 Longitud de brotes

En el caso de fecha de poda (Figura 2), el tratamiento del 20 de Junio (F3), arrojó el valor más alto de longitud de brotes con 31.5 cm, la fecha 4 de Julio (F4) 27.8 cm y 18 de Julio (F5) se obtuvieron 26.9 cm de longitud. A medida que se retrasa

la poda los brotes crecen menos, con una reducción del número de brotes (Figura 1), lo que influye directamente en flores y frutos y por consecuencia en rendimiento de la planta. Bañados (2009) clasifica los brotes laterales según su longitud para medir la respuesta de la fecha de poda, obtiene los más largos, mayores a 20 cm, en las podas más tempranas. Davis y Crocker (1994) sugirieron que en arándanos altos del Norte sin poda de verano tienden a entrar en un letargo de verano, con la oportunidad de crecer hasta el 15 de Junio. Podemos sugerir que efectivamente una poda no muy alejada al término de la cosecha, en nuestro caso, 20 de Junio, se obtienen brotes largos.

En lo que respecta al tipo de poda, el tratamiento que arrojó la mayor longitud de los brotes fue la poda más intensa, 50% de despunte (P4), con 34.5 cm, con el 30% de despunte (P3) la longitud fue de 31.9 cm. Las plantas no podadas (P6) resultaron en brotes de 20.2 cm (Figura 2). Se muestra aquí, que a medida que se hace más intensiva la poda, los brotes crecen más, Se evidencia que una poda después de la cosecha estimula nuevos crecimientos, la mayor cantidad de ellos se obtiene con despuntes ligeros (Figura 1) pero la longitud se adquiere con una poda más intensa. Se destaca el tratamiento de 30% de despunte (P3) por tener buena cantidad de brotes y largos (Figuras 1 y 2).

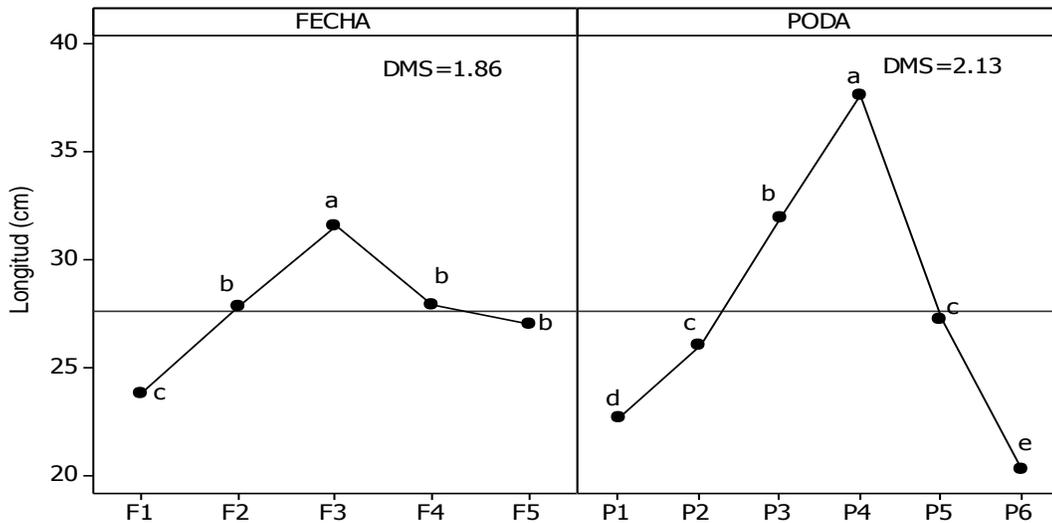


Figura 2. Efecto de fechas y poda en la longitud de los brotes.

4.2.3 Inicio de la floración.

Se observa que con las primeras podas, 23 de Mayo (F1) y 7 de Junio (F2) el periodo para la floración fue más largo (Figura 4) 130 días y 128 días respectivamente. La última fecha, 18 de Julio (F5), se contaron 109 días para la floración. Se observa una disminución de los días a medida que se retrasa la poda, la diferencia fue de 21 días, lo cual se puede deber a la reacción que estas plantas presentan por la disminución de la temperatura al acercarse al invierno.

Para los tipos de poda con el tratamiento de 50% de despunte (P4), se necesitaron 121 días para la floración y las plantas no podadas (P6) 117 días. Aunque se formaron tres grupos de significancia (Figura 3), la diferencia entre el mayor y menor fueron de 4 días, así que es más determinante en la fecha en la que se realice la poda.

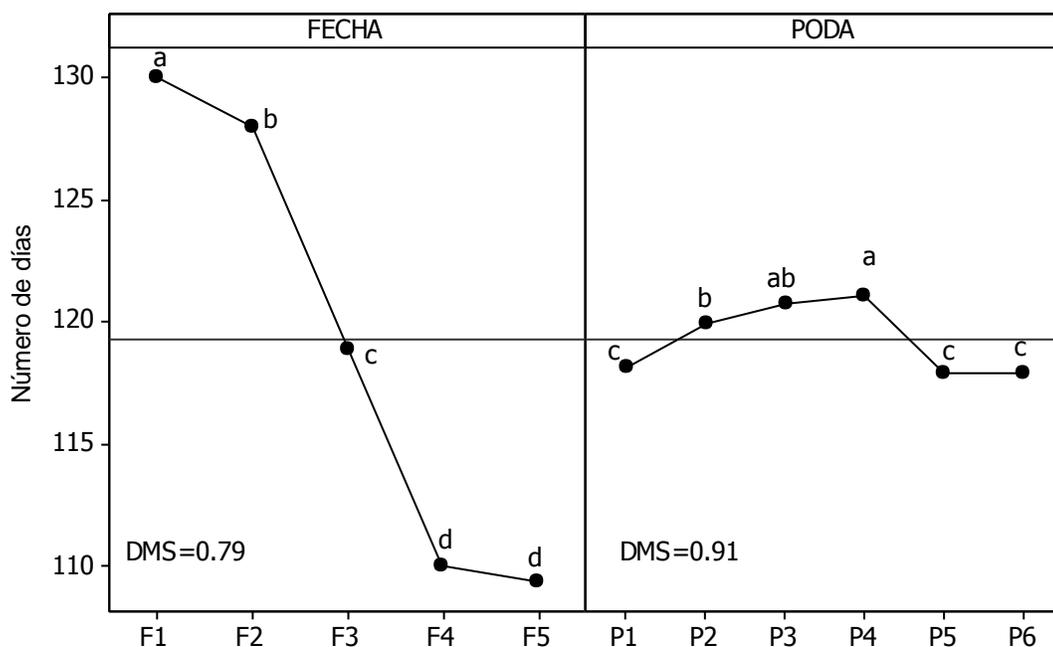


Figura 3. Efecto de la fecha y poda en el inicio de la floración.

4.2.4 Días de flor a fruto.

En la Figura 4, se muestran los días del inicio de la floración a la presencia de frutos, a medida que se alarga el periodo de poda, se requieren menos días para la maduración, la poda más temprana, 23 de Mayo (F1), presentó 129 días, en tanto que la poda más tardía, 18 de Julio (F5) requirió 84 días. Se observa que intensificando la poda el período de maduración se alarga, lo que está relacionado al mayor crecimiento de los brotes.

La poda más intensa, 50% de despunte (P4), presentó la mayor duración con 113 días, las plantas no podadas (P6) necesitaron 97 días. Es una situación contraria a lo que reporta Yarborough (2008) que determina que podas ligeras resultan en un período de flor a fruto más largo.

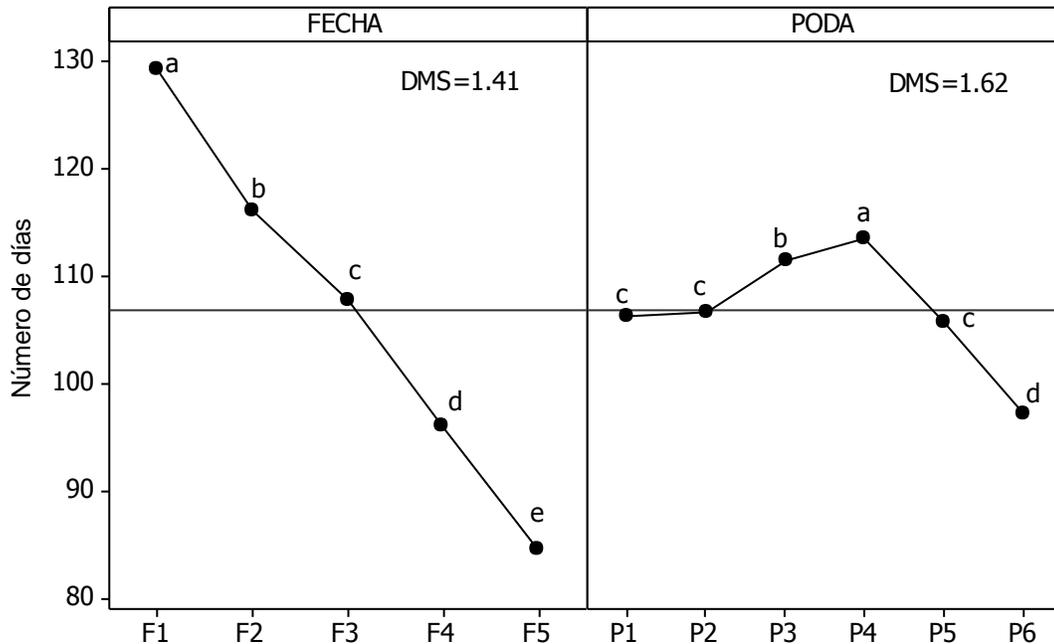


Figura 4. Efecto de las fechas y poda en días de flor a fruto.

4.2.5 Altura de planta.

El tratamiento de la fecha 20 de Junio (F3) obtuvo la mayor altura con 1.17 m (Figura 5). Para el manejo práctico de la planta, la diferencia de 8 cm, entre el tratamiento de mayor y menor altura, no se considera determinante. En el caso de los tipos de poda las plantas no podadas (P6) midieron 1.25 m y despuntando 50% de la planta (P4) alcanza una altura de 1.013 m, Krewer *et al.*, (2004) recomiendan un despunte mecánico efectuado en verano ya que mejora la penetración de luz en el dosel, manteniendo los rendimientos a pesar de que el tamaño del arbusto es reducido. Hancock *et al.* (2008) consideran deseable una altura de 1.5 a 2.0 m en arándanos altos del Norte, que además de facilitar la poda reduce la tendencia de las cañas a doblarse cuando la carga de producción es alta.

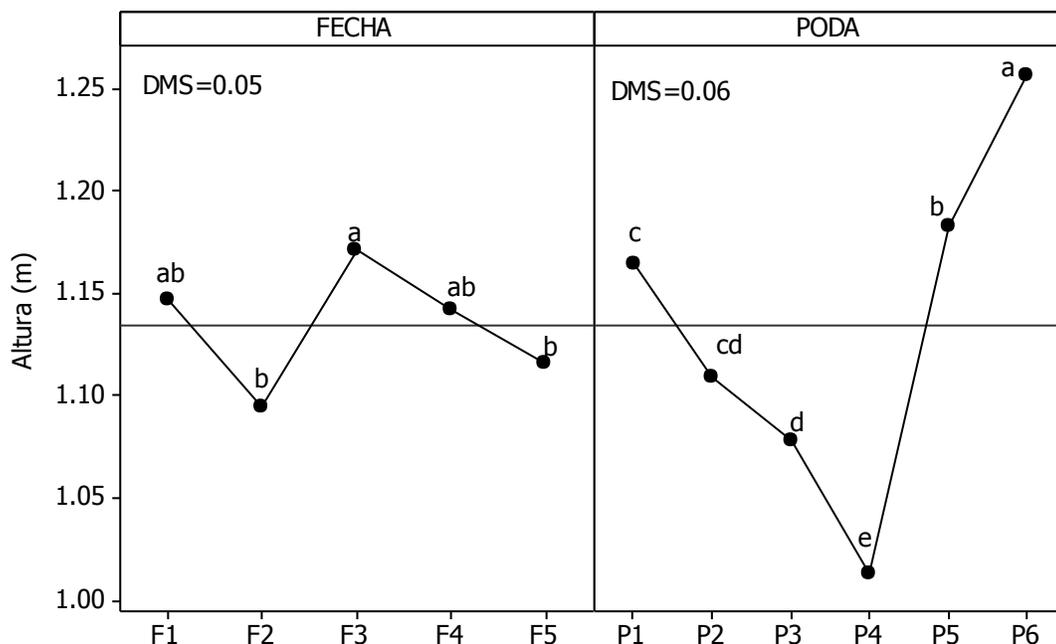


Figura 5. Efecto de fechas y poda en altura de planta.

4.2.6 Ancho de planta.

El tratamiento del 20 de Junio (F3) presentó el mayor valor con 1.50 m y el menor valor se tuvo con la última fecha, 18 de Julio (F5) con 1.26. (Figura 6). Las plantas no podadas tuvieron el dosel más ancho con 1.46 m y con el despunte de 40% (P4) presentó un valor de 1.24 m. Un ancho de dosel reducido es una característica con ventajas, es una planta más fácil de manipular sobre todo para la cosecha.

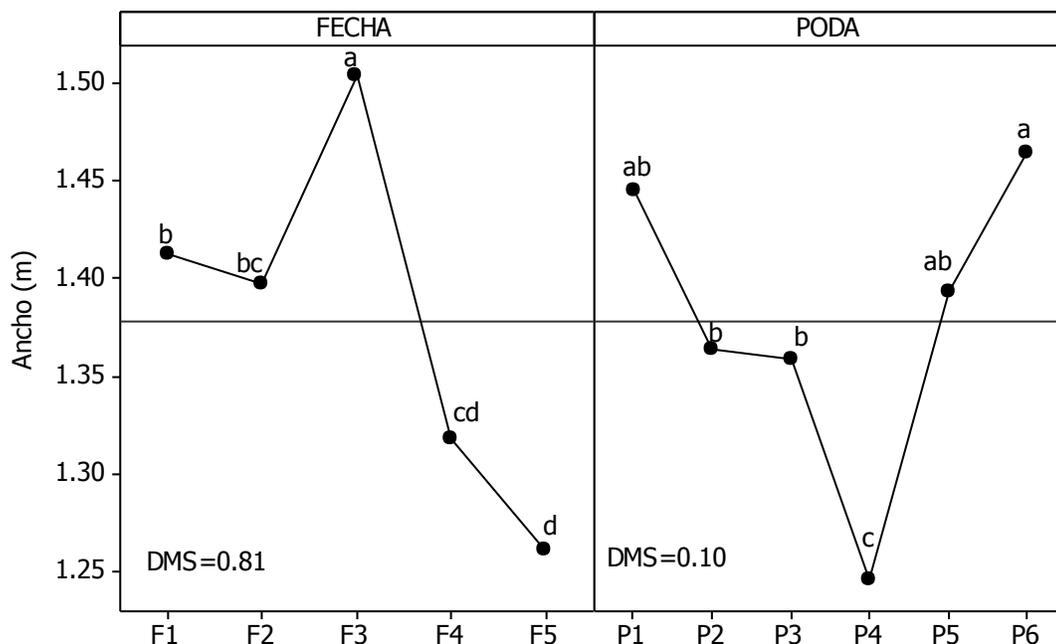


Figura 6. Efecto de la fecha y tipo de poda en el ancho de planta.

4.2.7 Tallos principales.

Es importante recordar que la plantación donde se desarrolló este trabajo tiene tres años y el número de tallos principales de cada caña de la planta no se ha presentado en la mayor cantidad, por lo cual, la variable de tallos se considera de mucha importancia. En la Figura 7, se presentan los valores de número de tallos, las podas tempranas, 23 de Mayo (F1), 7 de Junio (F2) y 20 de Junio (F3), presentan una mayor cantidad de tallos lo que está directamente relacionado con el número de brotes, flores, y por consecuencia producción de frutos.

Es mayor la estimulación en la generación de tallos principales despuntando la planta (P1, P2, P3, P4) que eliminando cañas (Figura 7). La poda regional (P5), donde además del despunte se eliminaron cañas, y resultó en la menor cantidad de tallos (14.06). Siefker y Hancock (1987) recomienda que la poda debe

efectuarse preferentemente eliminando las cañas gruesas (>2.5 cm) que las de menor grosor estimulando la formación de nuevas cañas que pueden reemplazar a las cañas viejas y sin vigor a largo plazo.

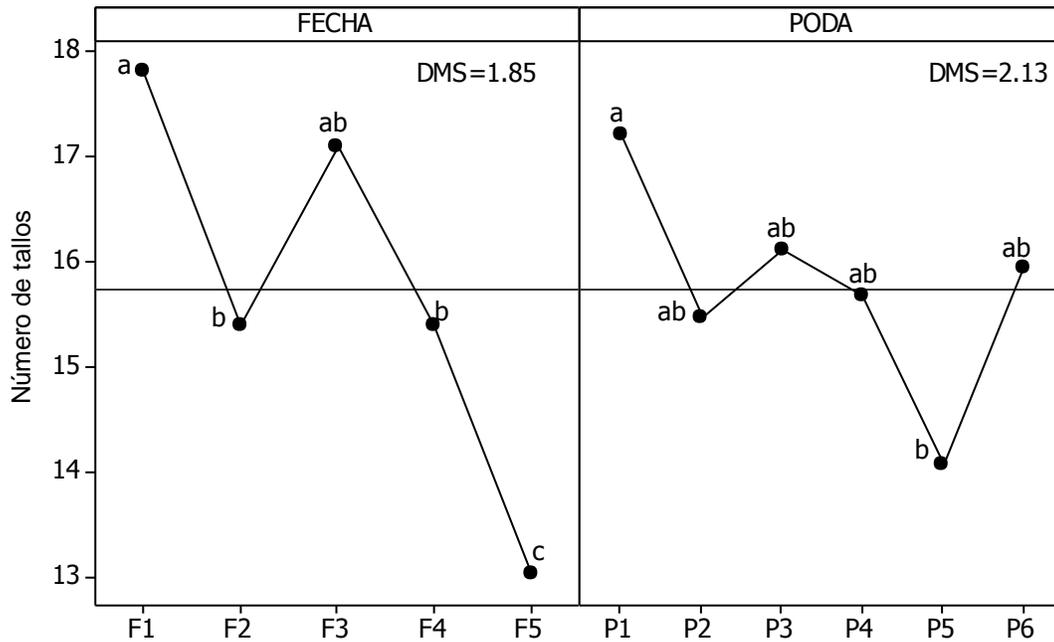


Figura 7. Efecto de fecha y poda en tallos principales.

4.2.8 Número de hojas.

En la Figura 8, se presentan los promedios de número de hojas, para los tratamientos de fechas de poda, el F4 mostro la mayor cantidad con 3,824 hojas por planta, le siguió el F2 con 3,820 hojas, al final se ubicó el F1 con un promedio de 2,999 hojas. Para el caso de los tipos de poda el tratamiento P2 presentó un promedio de 4,000 hojas, le siguió P1 con 3,948 hojas y al final se ubicó el tratamiento de P6 con 2,569 hojas por planta. Como se mostro en la figura 1, sobre número de brotes las podas menos intensivas, P1, P2 y P3 mostraron el mayor número de brotes y esto a su vez influyó en que en estos tratamiento

presentará el mayor número de hojas, lo cual influye de manera importante en la cantidad de flores y frutos. Lyrene (2004) resalta la importancia que la plantas tengan abundancia en hojas sanas durante el periodo del desarrollo del fruto, lo que repercute en altos rendimientos de fruta de calidad y producida temprano en la temporada y con la poda efectuada en verano promueve lo anterior.

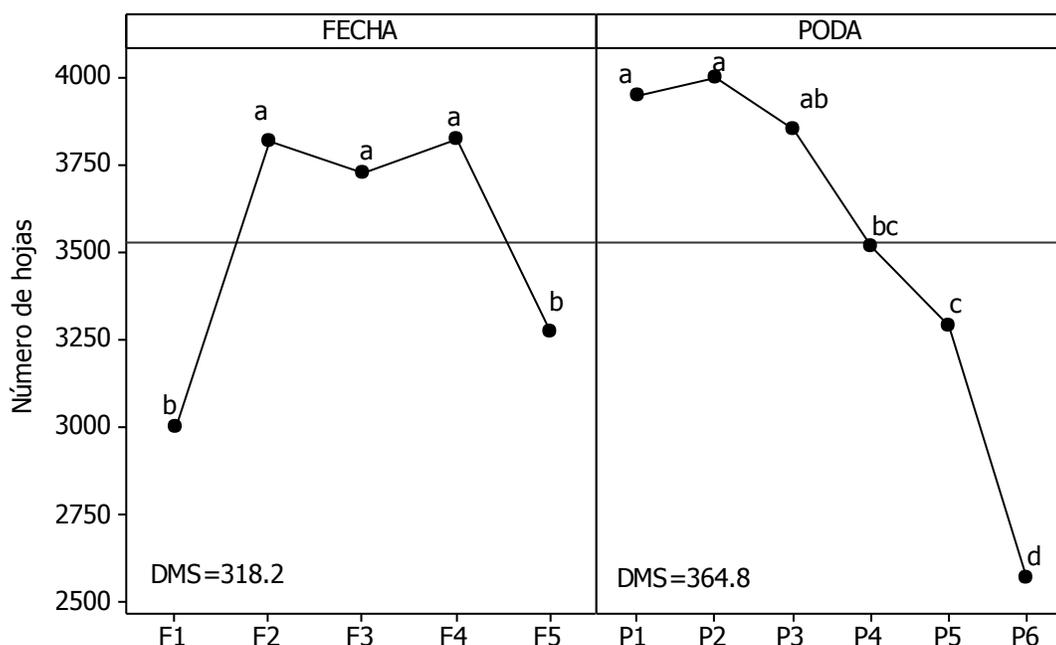


Figura 8. Efecto de fecha y poda en número de hojas.

4.2.9 Longitud de inflorescencia.

La diferencia entre longitudes en fechas de poda fue de 1 cm. Comparando los tipos de poda, la mayor longitud fue con el despunte de 30% (P3) con 7.3 cm, las plantas no podadas (P6) resultaron con la menor valor de 4.7 cm. En busca de inflorescencias largas para tener después racimos con buena cantidad de frutos la poda es determinante.

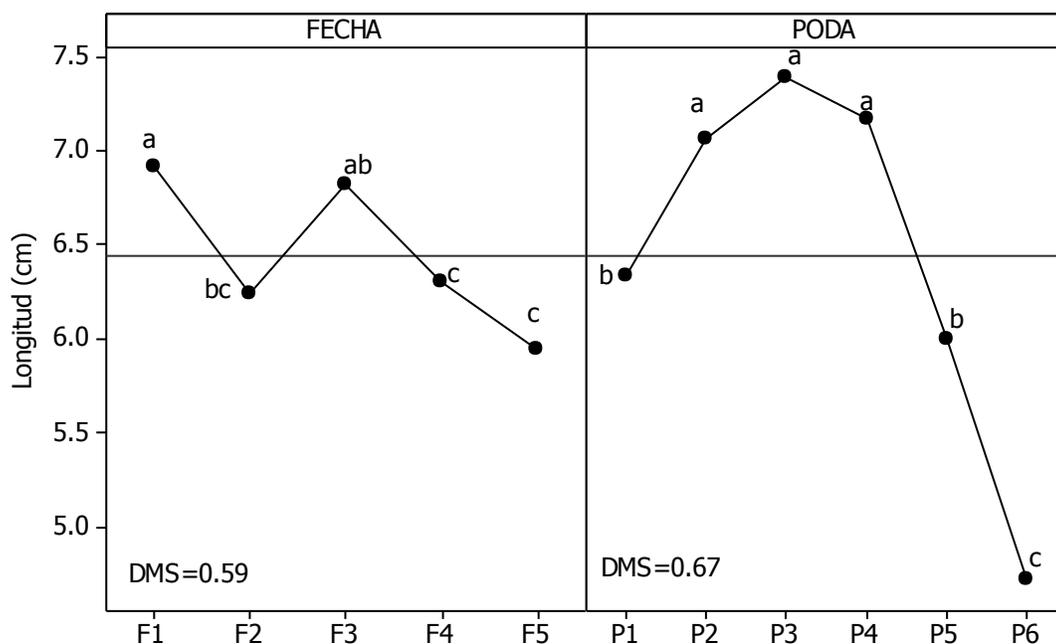


Figura 9. Efecto de fecha y poda en longitud de inflorescencia

4.2.10 Frutos por rama.

Para el caso de las fechas de podas se obtuvieron dos grupos de significancia, la fecha 23 de Mayo (F1) arrojó el mayor valor con 10.89, en tanto que el tratamiento 18 de Julio (F5) presentó el menor valor con 8.66 frutos (Figura 10). Para el caso de los tipos de poda se obtuvo que a menor intensidad de poda, despunte del 10% (P1), se presentan una mayor cantidad de frutos.

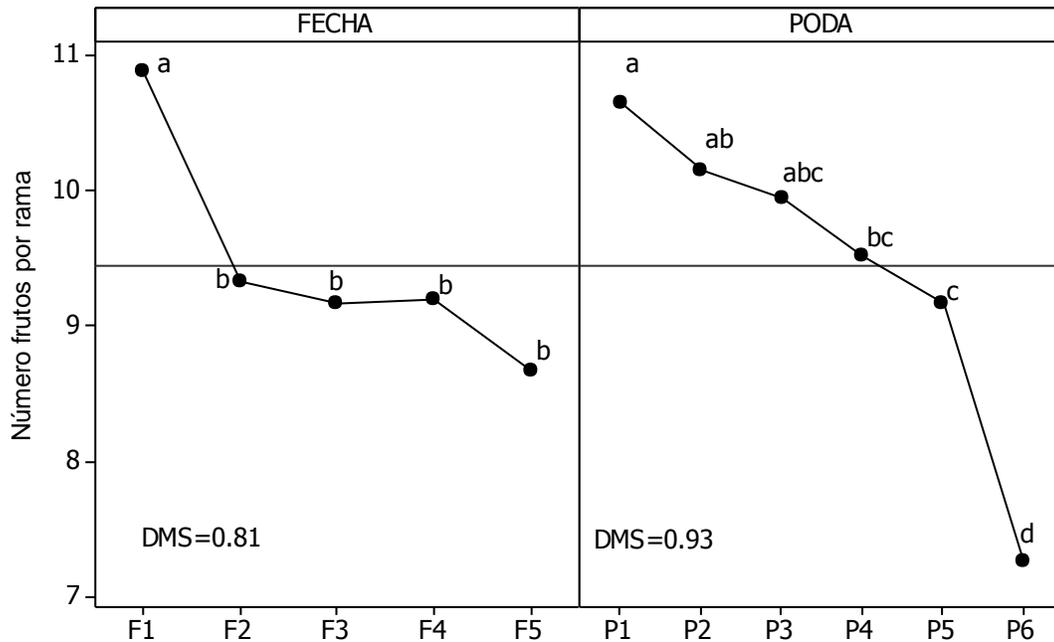


Figura 10. Efecto de fecha y poda en número de frutos por rama.

4.2.11 Diámetro de fruto.

En el factor de fechas de poda, la Fecha 2, del 7 de Junio, fue la que aportó el valor más alto con 15.395 mm y la fecha del 6 del julio (F4), con el menor valor de 13.885 (Figura 11). A medida que se intensifica la poda, de 30 al 50% (P3, P4) de despunte, se tiene una menor cantidad de frutos (Figura 10) pero con un mayor tamaño, 15.73 y 15.04, respectivamente (Figura 11). Se coincide con Bañados, (2009) que menciona que los frutos fueron de mayor tamaño en los que se podaron al inicio del verano que en aquellos que no fueron podados.

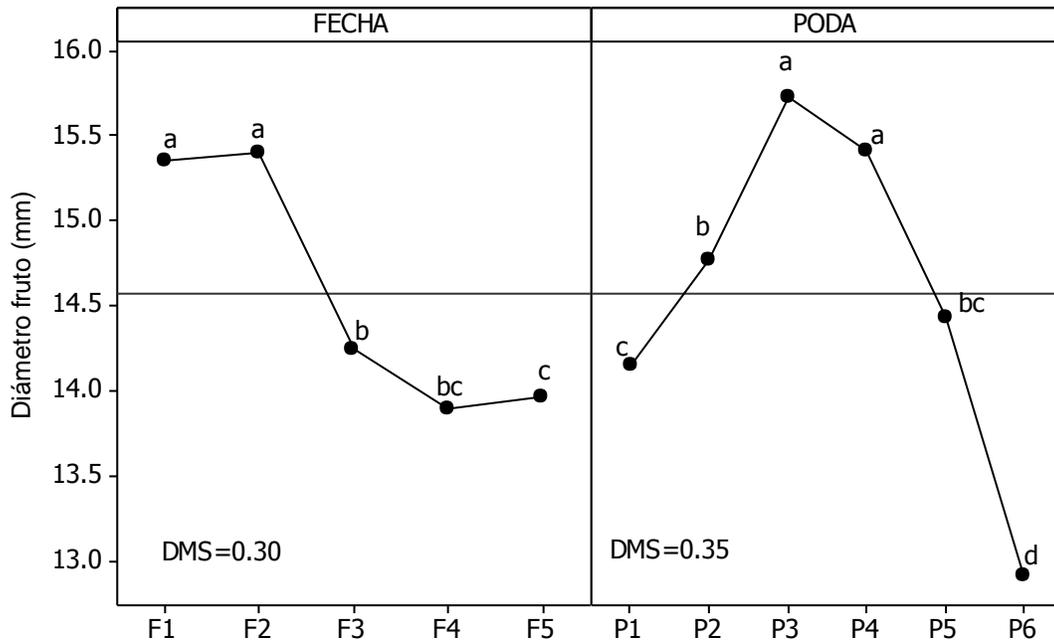


Figura 11. Efecto de fecha y poda en diámetro de fruto.

4.2.12 Peso de fruto.

En la Figura 12, se tienen los datos de las medias de la variable peso de fruto, el cual se obtuvo de pesar 100 frutos en cada mes de corte. Las fechas que produjeron los frutos de mayor peso fueron el 4 de Julio (F4) y 20 de Junio (F3) con 160.222 g y 159.472 g, respectivamente. En el caso de los tipos de poda el tratamiento de 30% de despunte (P3), arrojó el mayor valor con 169.467 g para 100 frutos, difiriendo significativamente con las plantas no podadas (P6) con 132.53 g. Strik *et al*, (2003) señalaron un efecto negativo significativo en el peso del fruto en plantas no podadas reflejado hasta el segundo año de no poda, en nuestro caso el efecto se da en la producción inmediata.

Considerando que el recipiente de comercialización debe tener de 180 a 190 g de peso, de acuerdo al tratamiento P3 (30% de despunte), con 110 frutos se

cumpliría el requisito, siendo el máximo permitido de 125 frutos por recipiente, para dimensionar lo anterior con las plantas no podadas (P6), para lograr el peso requerido se necesitarían 184 frutos, cifra que no cumpliría el requisito para su empaque y comercialización. Queda clara la influencia de la poda, a mayor intensidad de poda menor cantidad de frutos, pero de mayor peso con lo cual se tendría mayor calidad para lograr el máximo precio.

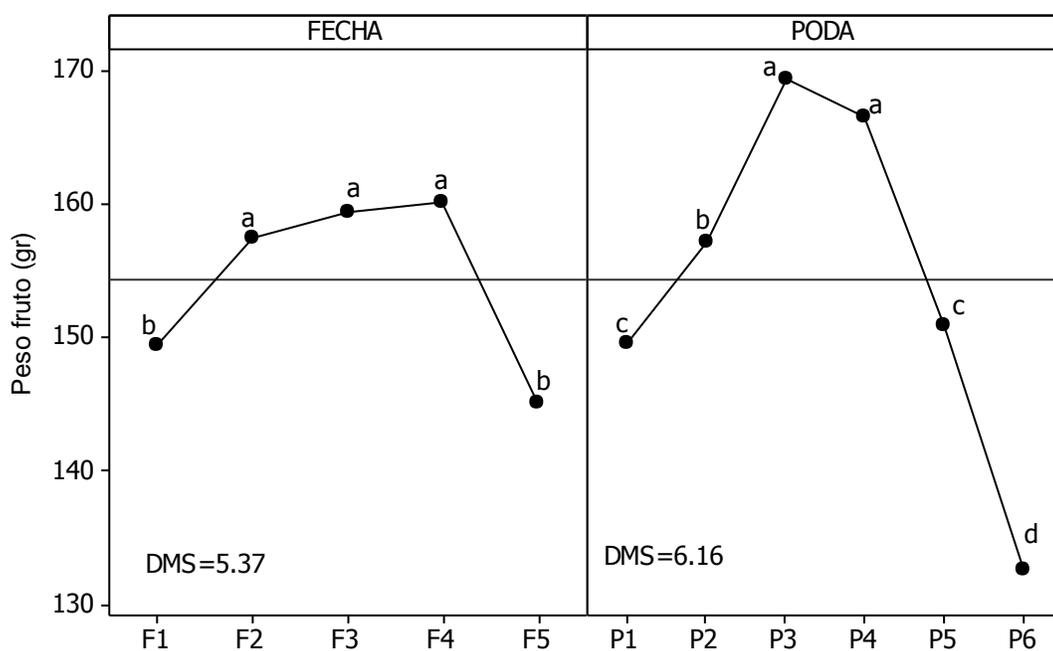


Figura 12. Efecto de fecha y poda en peso de fruto.

4.3 Producción de fruta.

4.3.1 Producción de fruta por fecha de poda.

Como fue indicado el periodo de producción estuvo determinado por la demanda comercial del fruto, principalmente para los mercados del exterior, por lo cual se analizan 5 meses de producción de enero a mayo, en la Figura 13, se presentan

las medias de rendimiento para el factor fecha de poda. En el mes de enero la primer fecha (23 de Mayo), fue la que presentó el rendimiento más alto y con la fecha 18 de Julio (F5) el valor más bajo. Para el mes de febrero sobresalió la F3 (20 de Junio) con 539.00 g, en tanto la F5 (18 de Julio) volvió a presentar el rendimiento más bajo con 430 g. En el mes de marzo F3 se mantuvo en la parte más alta con 595.25 g, pasando al último lugar F1 (23 de Mayo) con 441.14 g por planta. En el mes de abril F2 (7 de Junio) presentó el rendimiento mayor con 630.39 g, en tanto que F5 arrojó un rendimiento de 430.67 gr por planta. Para el mes de mayo F4 (4 de Julio) presentó la producción más alta con 1346.61 gr, mientras que F3 mostró 1046 gr.

En tres de los cinco meses de cosecha la (18 de Julio) F5, mostro el valor más bajo, lo que puede servir como indicador de no alargar la poda hasta esta fecha. En cambio las fechas intermedias indican que son las que se deben tomar en cuenta para efectuar la poda.

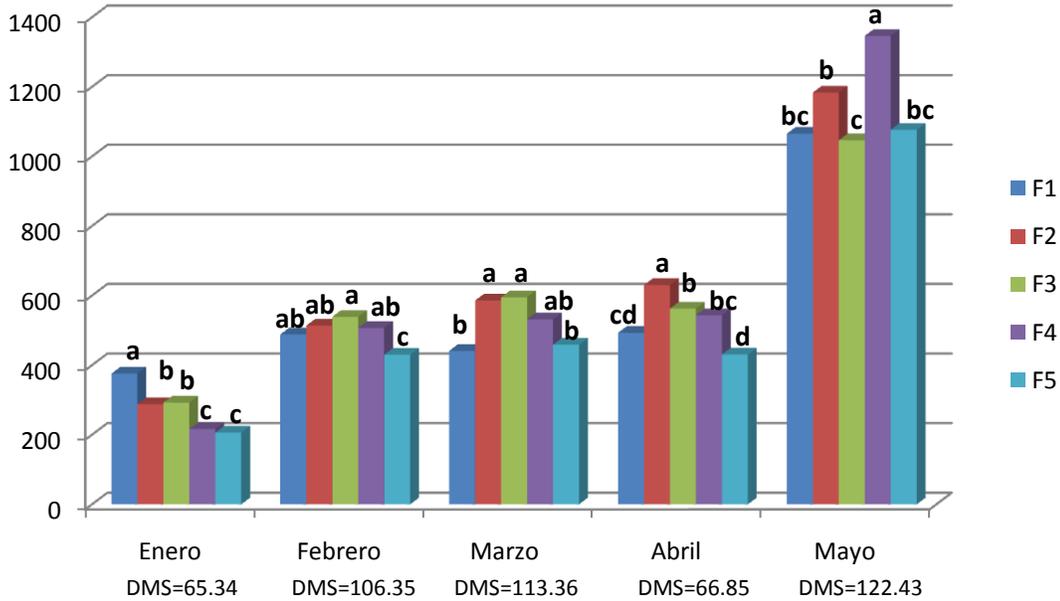


Figura 13. Efecto de fecha en la producción de fruta por planta (g).

4.3.2 Producción de fruta por tipo de poda.

En la Figura 15, se muestra la producción de fruta por tipo de poda, para el mes de enero se observa que las plantas no podada presentaron el valor más alto con 452.57 g, en tanto que el tratamiento de despunte de 50% (P4), presentó el valor más bajo con 115.8 g por planta, queda claro que al no intervenir a la planta esta tiene una producción significativamente mayor en relación a la poda más intensa (P4), que fue la más castigada con la eliminación de 50% de las ramas.

Para el mes de febrero sobresalió el tratamiento P3 (30% de despunte) con 560.53 g, le siguió P1 (10% de despunte) con 547.13 g y en último lugar, después que en el mes anterior fue la de mayor producción, se colocaron las plantas no podadas (P6), aunque debe notarse que estadísticamente no hubo diferencias.

En el mes de marzo se mantuvo P3 en la parte más alta con 615.23 y a P2 con 560.3 gr por planta, en la parte más baja volvió a repetir P6 con 414.60 gr.

Para el mes de abril, el tratamiento que presentó el valor más alto fue para el despunte del 30% (P3) con 695.07 g y en seguida se ubico P1 con 579.90, y las plantas no podadas (P6) con 360.77 g.

Para el último mes de producción, el tratamiento P1 (10% de despunte) aportó la mayor producción con 1405.5 g, ubicándose en segundo lugar P3 (despunte de 30%) con 1367.67 g y en último sitio, nuevamente las plantas no podadas (P6) con 639.70 g.

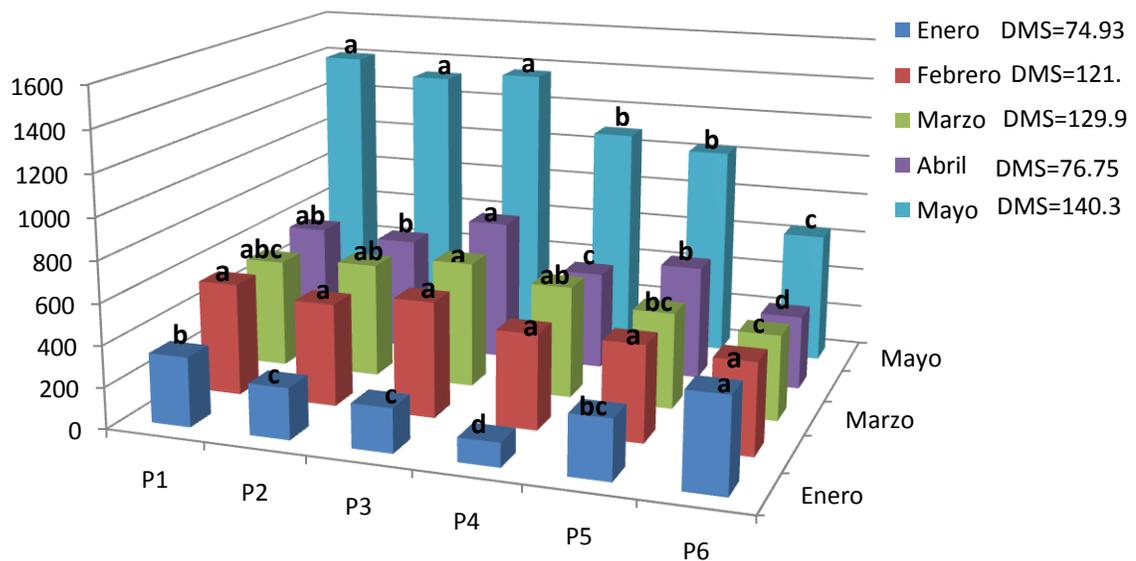


Figura 14. Efecto de poda en la producción de fruta por planta (g).

Se puede observar (Figura 14) la prevalencia de los tipos de poda intermedios en cuanto a la intensidad de la poda, el tratamiento de P3 fue el más constante,

debido a un despunte semi-intenso (30%) y también a que presenta una mayor longitud de brotes (Figura 2), lo que producen una cantidad intermedia de frutos (Figura 10), con la diferencia de presentar el mayor diámetro (Figura 11) y por consecuencia un mayor peso de fruto (Figura 12), situación que hace de esta poda sobresaliente.

4.3.3 Producción total

En la Figura 15, se presenta la producción integrada, de toda la temporada de cosecha, de los factores fechas y tipos de poda del arándano. Para el caso de las fechas de poda, la fecha del 4 de Julio (F2), presentó el valor más alto con 3201.6 g acumulados en promedio por planta y con el valor más bajo la fecha 18 de Julio (F5) con 2602.2 g, se puede decir que la F2, 7 de junio, al tener mayor tiempo para la formación y desarrollo de hojas y flores, es la mejor fecha para realizar la poda.

En lo que corresponde al tipo de poda, el tratamiento de P1, P2 y P3 (10, 20 y 30% de despunte) presentaron la mayor producción, esto se traduce a que con un despunte semi-intenso (P3) no se disminuye el rendimiento. Rendimientos bajos se obtienen con una poda severa, P4 (despunte al 50%), con aclareo de cañas P5 (poda regional) o con plantas no podadas (P6).

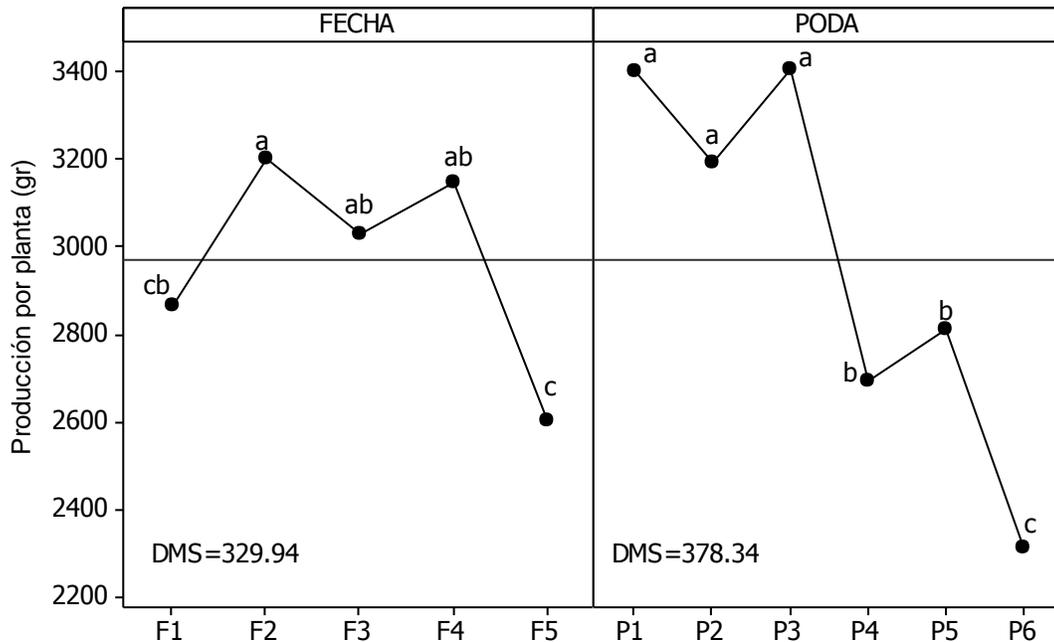


Figura 15. Efecto de fecha y poda en producción.

4.4 Implicaciones para el manejo del Arándano en Michoacán

En las áreas tradicionales de producción de arándanos de los Estados Unidos y Canadá se sigue un patrón de poda conservador de la estructura del arbusto, es decir, remoción de cañas enfermas, improproductivas o mal posicionadas, efectuando aclareo de cañas que resulta en rendimientos mayores y frutos de mayor tamaño (Siefker y Hancock, 1987; Strik *et. al*, 2003). Las podas se efectúan en invierno, estación bien definida en estas regiones con un sistema de producción de reposo con tipos o variedades de arándanos de altos requerimientos de frío. En el caso de las plantaciones de Michoacán con variedades altas del sur como *Biloxi*; es decir, de menor requerimiento de frío y con un sistema de producción en crecimiento continuo, la práctica de poda necesariamente debe tomar otras características.

El sistema de poda que se propone se asemeja al que se lleva a cabo en Florida y Chile. En Chile Bañados (2009) mostró el efecto de la poda en verano en la producción de brotes laterales largos e inducción de yemas florales mediante el despunte de 20 a 25 cm del arbusto realizado al inicio del verano produce brotes laterales ≥ 20 cm y más número de yemas florales con variedades altas del sur como *O'neal*.

Para las condiciones de cultivo protegido que se lleva a cabo en Michoacán y con base en nuestros resultados podemos recomendar una poda semi-intensa (30% de despunte de la planta) para producir un crecimiento de brotes vigorosos y follaje abundante nos brinda las características de fruto grande y más peso.

Nuestras recomendaciones coinciden con Lyrene (2004) quien remarca la importancia de lograr plantas de dosel completo de hojas sanas en el intervalo de floración a maduración del fruto para la obtención de altos rendimientos de fruta de calidad y adelantada y menciona que la poda en verano después de la cosecha es una alternativa para lograrlo. En este sentido, la evaluación de fechas e intensidades de poda nos permitió determinar que la poda de verano a una intensidad del 30% de despunte podemos asegurar un crecimiento vegetativo con producción de nuevas hojas (Figuras 1,2 y 8) que contribuirán como fuentes de nutrimentos para la producción de frutos de tamaño comercial. Fisiológicamente Wardlaw, (1990) explica que durante la primavera, las plantas perenes caducifolias transportan los carbohidratos acumulados durante la etapa de crecimiento anterior a las zonas de demanda actuales de crecimiento vegetativo y desarrollo reproductivo. Antes de que los tejidos fotosintéticos nuevos empiecen a

exportar los foto asimilados, las zonas de demanda en desarrollo dependen totalmente de los carbohidratos de reserva. Esta reserva de carbohidratos, sin embargo, juega un papel menos importante una vez que el follaje nuevo empieza a exportarlos. La contribución de nutrimentos de la reserva y las fuentes nuevas puede variar dependiendo el grado en el que la demanda agota las reservas y la secuencia del desarrollo del crecimiento vegetativo y reproductivo. Darnell y Birkhold, (1996) estudiaron en arándanos ojo de conejo la contribución de carbohidratos en el desarrollo de frutos y determinaron que los factores que disminuyen la acumulación de reservas, tal como abscisión de hojas, o factores que retrasan o reducen el desarrollo de nuevas hojas, como frío insuficiente, pueden resultar en disminución en el rendimiento de arándanos.

Un factor que podría perturbar el logro de follajes nuevos y abundantes en el cultivo del arándano en Michoacán es la incidencia de hongos patógenos. En el campo se observó especialmente a la roya que puede llegar a producir defoliaciones considerables y afectar en la fuente de carbohidratos.

Respecto al periodo de cosecha se dio de Enero a Mayo, presentando este último mes el pico de producción más alto para todos los tratamientos. Esto nos indica que el crecimiento vegetativo que tuvimos con todos los tratamientos disminuye al iniciar invierno y este cese de crecimiento vegetativo da paso a la inducción floral. Pescie y López (2007) determinan que las yemas desarrolladas sobre los brotes de verano son inducidas con 12 h de fotoperiodo con días que se acortan y 18.2 °C promedio de temperatura, condiciones invernales de días más cortos y disminución en la temperatura. Para mover los picos de producción antes de

Mayo es deseable evaluar también el uso de promotores de brotación, Ehlenfeldt (1998) evaluó la producción de yemas en arándanos altos del Norte en respuesta al paclobutrazol mediante inducción floral en estaciones anormales con buenos resultados y Stringer *et al.* (2004) sugieren Cianamida de Hidrogeno como compensador de frio en arándanos altos del sur.

V. CONCLUSIONES

La poda en la variedad *Biloxi* bajo las condiciones de Michoacán puede mejorar la productividad de frutos por planta.

Las podas efectuadas a partir de Julio resultan en valores menores en las variables vegetativas y de producción. La fecha del 20 de Junio nos establece el límite en tiempo para practicar la poda en verano sin afectar el desarrollo vegetativo y rendimiento. Se presentó un solo pico de producción independientemente de la fecha e intensidad de poda.

Los rendimientos más altos se obtienen al realizar despuntes ligeros de 10 al 20% pero la fruta es de menor calibre. El rendimiento no disminuye significativamente con una poda semi-intensa de entre 30 y 40% efectuada, preferentemente, a mediados de Junio. Con este tipo de poda se obtienen frutos de mayor tamaño y peso. Con esta poda se estimula el crecimiento vegetativo resultando plantas con follaje abundante y sano. Se mantiene la arquitectura de la planta adecuada en altura y ancho de dosel para un buen manejo.

Con la poda efectuada en verano obtenemos un periodo largo de cosecha a partir de Enero y prolongado hasta finales de Mayo.

Es posible que el uso de la atención nutrimental y el uso de reguladores de desarrollo como las Citocininas además de la poda, pueda también incrementar la productividad del arándano en Michoacán.

VI. LITERATURA CITADA

- Bañados, M.P. 2005. Claves para la poda de arándanos. Revista Agronómica Forestal. UC 7:28-31.
- Bañados, M.P.; Strik, B. 2006. Manipulation of the annual growth cycle of blueberry using photoperiod. Acta Hort. (ISHS) 715:65-72
- Bañados, M.P. 2007. Poda en verde en arándanos. Revista Agronómica Forestal. UC 31:16-19.
- Bañados, M.P.; P. Uribe; D. Donnay. 2009. The effect of summer pruning date in 'Star' 'O'Neal' and 'Elliott'. Proc. IXth IS on *Vaccinium*. Eds.: K.E. Hummer et al. Acta Hort. 810. ISHS.
- Bañados, M.P. 2009. Expanding blueberry production into non-traditional production areas: northern Chile and Argentina, Mexico and Spain. Proc. IXth IS on *Vaccinium*. Eds.: K.E. Hummer et al. Acta Hort. 810. ISHS.
- Caruso, F.L.; Ramsdell. 2007. Compendium de blueberry and cranberry diseases. Ed. APS PRESS. St. Paul, MN. 87 p.
- Darnell, R.L. 1991. Photoperiod, carbon partitioning, and reproductive development in rabbiteye blueberry. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116:856-860.

- Darnell, R.L.; Birkhold, K.B. 1996. Carbohydrate contribution to fruit development in two phenologically distinct rabbiteye blueberry cultivars. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 121:1132-1136.
- Davies, F.S.; Crocker, T.E. 1994. Pruning blueberries in Florida. Florida Cooperative Extension Service. University of Florida. HS-77.
- Dierking, S. 2006. Blueberry in Germany. p. 228-231. *In*: N. F. Childers y P. M. Lyrene (eds.). *Blueberries: for grower, gardeners, promoters*. Dr. Norman F. Childers Publications, Gainesville, FL.
- Dressler M. 2006. Blueberry in Spain. p. 237-238. *In*: N. F. Childers y P. M. Lyrene (eds.). *Blueberries: for grower, gardeners, promoters*. Dr. Norman F. Childers Publications, Gainesville, FL.
- Ehlenfeldt, M.K. 1998. Enhanced bud production in highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) in response to paclobutrazol. *HortScience* 33:75-77.
- Escalera-Villanueva, J.C. 2009. Propagación vegetativa de *blueberry* (*Vaccinium corymbosum* L.) Tesis de Licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.
- Gough, R.E. 1983. Time of pruning and bloom date in cultivated highbush blueberry. *HortScience* 18:934-935.
- Gough, R.E. 1994. *The highbush blueberry and its management*. The Haworth Press, Inc. Binghamton, NY. 272 p.

- Greeff, M.P.; Greeff, P.F. 2006. Blueberry in South Africa. p. 255-255. *In*: N. F. Childers y P. M. Lyrene (eds.). Blueberries: for grower, gardeners, promoters. Dr. Norman F. Childers Publications, Gainesville, Fl.
- Hancock J.F.; Lyrene, P.; Finn, D.E.; Vorsa, N.; Lobos, G.A. 2008. Blueberries and Cranberries pp 115-175. *In*: Temperature fruit crop breeding. HANCOCK J.F (ed). Ed. Springer, La Vergne, TN USA.
- Krewer, G.; D. Stanaland; S. Nesmith; B. Mullinix. 2004. Post-harvest hedging and pruning of three year pruning trial on 'Climax' and 'Tifblue' rabbiteye blueberry. *Small Fruits Review* 3:203-212.
- Lang, G.A. 1993. Southern highbush blueberries: physiological and cultural factors important for optimal cropping of these complex hybrids. *Acta Hort.* (ISHS)46:72-80.
- Li, Y.; Yang, W.Q.; Lin, W.; Zhang, Z. 2006. Blueberries in China. p. 243-247. *In*: N. F. Childers y P. M. Lyrene (eds.). Blueberries: for grower, gardeners, promoters. Dr. Norman F. Childers Publications, Gainesville, Fl.
- Lyrene, P.M. 1994. Environmental effects on blueberry flower size and shape are minor. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 119:1043-1045.
- Lyrene, P.M. 2004. Flowering and leafing of low-chill blueberries in Florida. *Small*

- Maust, B.E.; Williamson, J.G.; Darnell, R.L. 1999. Flower bud density affects vegetative and fruit development in field-grown southern highbush blueberry. *HortScience* 34:607-610.
- Meyer, H.J.; N. Prinsloo. 2003. Assessment of the potential of blueberry production in South Africa. *Small Fruits Review* 2:3-21.
- Martínez-Cruz, L. 1996. Detección de insectos plaga en blueberry (*Vaccinium ashie* R.), en Zacatlán, Pue., México. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. 86 p.
- Moore, J.N. 1994. Cultivars, breeding, and culture of blueberries in North America. *Acta Hort. (ISHS)* 11-16.
- Otto, S. 1995. The back yard berry book. Ed. OttoGraphics. Maple City, Michigan. 284 p.
- Pescie, M.A.; López, C.G. 2007. Inducción floral en arándano alto del sur (*Vaccinium corymbosum*), var. *O'Neal*. *Revista de Investigaciones agropecuarias*. 36:97-107.
- Ratnaparkhe, M.B. 2007. Blueberry. Pp 217-227 *In: Genome mapping and molecular breeding in plants*. Vol. 4 Fruits and nuts. KOLE, C. (Ed.) Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Reeder, R.K.; T.A. Obreza; R.L. Darnell. 1998. Establishment of a non-dormant blueberry (*Vaccinium corymbosum* hybrid) production system in a warm winter climate. *Journal of Horticultural Science & Biotechnology* 73:655-663.

- Renquist, S. 2005. An evaluation of blueberry cultivars grown in plastic tunnels in Douglas County, Oregon. *International Journal of Fruit Science* 5:31-38.
- SAGARPA, 2009. Secretaría de Agricultura, Ganadería, desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Agricultura producción anual. Cierre de la producción por cultivo. (<http://www.siap.go.mx>) Último acceso: 15 Nov. 2010.
- Sánchez, R. 2008. La red de Valor de la Zarcamora. El Cluster de Los Reyes, un ejemplo de reconversión competitiva. Fundación Produce Michoacán. Morelia, Mich. 116 p.
- Shutak, V.G.; Gough, R.E. 1982. *Grow the best blueberries*. Ed. Storey Publishing, LLC. North Adams, MA. 31 p.
- Siefker, J.A.; Hancock, J.F. 1986. Yield component interactions in cultivars of the highbush blueberry. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 111:606-608.
- Siefker, J.A.; Hancock, J.F. 1987. Pruning effects on productivity and vegetative growth in the highbush blueberry. *HortScience* 22:210-211.
- Spiers, J.M.; Stringer, S.J. 2002. 'Biloxi' southern highbush blueberry. *Acta Hort. (ISHS)* 574:153-155.
- Spiers, J.M., Marshall, D.A., Smith, B.J.; Braswell, J.H. 2006. Method to determine chilling requirement in blueberries. *Acta Hort. (ISHS)* 715:105-110
- Strik, B.; G. Buller; E. Hellman. 2003. Pruning severity affects yield, berry weight and hand harvest efficiency of highbush blueberry. *HortScience* 38:196-199.

- Stringer, S. J.; Marshall, D. A.; Sampson, B. J.; Spiers, J.M. 2004. The effects of chill hour accumulation on hydrogen cyanamide efficacy in rabbiteye and southern highbush blueberry cultivars. *Small Fruits Review*, 3: 339 -347.
- Swain, P.A. W.; Darnell, R.L. 2001. Differences in phenology and reserve carbohydrate concentration between dormant and nondormant production system in southern highbush blueberry. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 126:386-393.
- Tamada, T. 2006. Blueberry in Japan. p. 239-242. *In: N. F. Childers y P. M. Lyrene* (eds.). *Blueberries: for grower, gardeners, promoters*. Dr. Norman F. Childers Publications, Gainesville, FL.
- Taquini, L. 2006. Argentine blueberries. p. 257-259. *In: N. F. Childers y P. M. Lyrene* (eds.). *Blueberries: for grower, gardeners, promoters*. Dr. Norman F. Childers Publications, Gainesville, FL.
- Trehane, J. 2004. *Blueberries, Cranberries and other Vacciniums*. Timber Press, Portland y Cambridge. 256p.
- USDA. 2009. United States Department of agriculture e 28 U.S. imports of fresh cultivated blueberries, by country, 1993-2008. Department of Commerce, U.S. Census bureau.

- Vidal, I.; J. Amaro; A. Venegas. 1999. Evolución estacional de nutrientes y estimación de la extracción anual en arándano ojo de conejo (*Vaccinium ashei* R.) Agricultura Técnica Chile 59:309-318.
- Wardlaw, I. F. 1990. The control of carbon partitioning in plants. New Phytol. 116:341-381.
- Williamson, J.; Lyrene, P. 2004^a. Blueberry varieties for Florida. Florida Cooperative Extension Service. University of Florida. CIR1192.
- Williamson, J.; Lyrene, P. 2004^b. Blueberry gardener's guide. Florida Cooperative Extension Service. University of Florida. CIR1192.
- Yang, W.Q.; Goulart B.L.; Demchak, K. y Li, Y. 2002. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 125: 742-748.
- Yarborough, E. D. 2006. Blueberry pruning and pollination. p. 75-83. *In*: N. F. Childers y P. M. Lyrene (eds.). Blueberries: for grower, gardeners, promoters. Dr. Norman F. Childers Publications, Gainesville, Fl.

VII. ANEXO

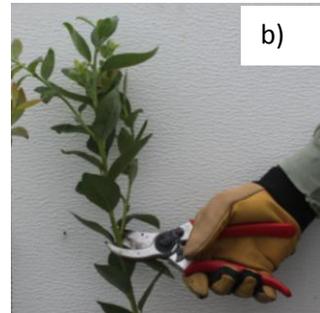
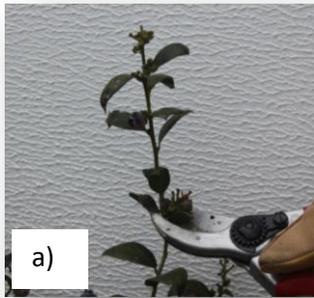


Figura 1A. Tratamientos de poda: a) despunte 10% (P1), b) despunte 20% (P2), c) despunte 30% (P3), d) despunte 50% (P4) y e) poda regional (P5).

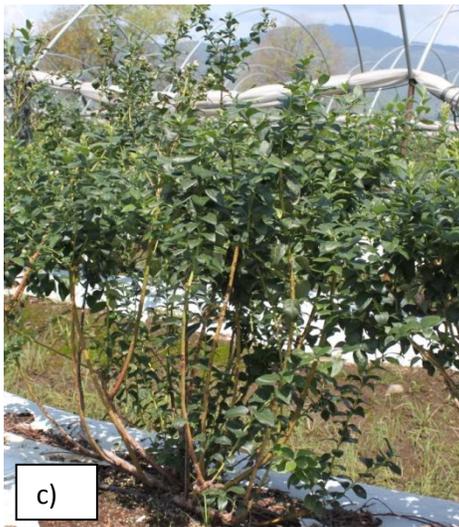
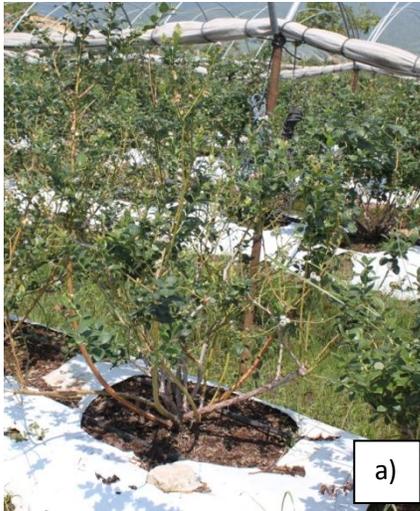


Figura 2 A. Efecto de poda en crecimiento vegetativo y desarrollo de follaje:
a) Sin poda; b) Poda regional (despunte ligero y aclareo de cañas; c) Despunte de 20%; d) Despunte intenso.