

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE AGRONOMIA



“CINCO TIPOS DE PODA EN ARÁNDANO (*Vaccinium corymbosum* L. cv. Biloxi) Y SU INFLUENCIA EN DETERMINADOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS”

Presentado por:

MIGUEL FRANCISCO MATICORENA QUISPE

Tesis para optar por el Título de

INGENIERO AGRÓNOMO

Lima – Perú

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA
FACULTAD DE AGRONOMIA

“CINCO TIPOS DE PODA EN ARÁNDANO (*Vaccinium corymbosum* L. cv. Biloxi) Y SU INFLUENCIA EN DETERMINADOS PARÁMETROS PRODUCTIVOS”

Presentado por:

MIGUEL FRANCISCO MATICORENA QUISPE

Tesis para optar por el Título de
INGENIERO AGRÓNOMO

Sustentada y Aprobada por el siguiente jurado:

.....
Ing. Mg. Sc. Jorge Castillo Valente

PRESIDENTE

.....
Dr. Jorge Escobedo Álvarez

ASESOR

.....
Dr. Oscar Loli Figueroa

MIEMBRO

.....
Ing. José Palacios Vallejo

MIEMBRO

Lima – Perú

2017

A mamá y papá.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a la Universidad Nacional Agraria La Molina, por haberme alojado en estos años maravillosos de universidad, donde aprendí ciencia y valores, amor por el campo y por el país, compañerismo y amistad. Mi eterno agradecimiento a la UNALM, en especial por darme grandes amigos, Sharon, Marcelo, Charly y Cynthia.

A mi asesor, Dr. Jorge Escobedo Álvarez, por haberme colaborado en los dos años de elaboración de este trabajo.

A la empresa Blueberries Perú S.A.C, en especial al Ing. Mg. Sc. Gustavo Guerrero, Ing. Mauricio Chávez e Ing. José Sánchez, por haberme permitido realizar mi trabajo de investigación en su predio, con sus plantas. Gracias por creer en la investigación aplicada pública.

A la Junta de Usuarios de Riego Presurizado del Distrito de Riego Moche Virú Chao, en la Irrigación Chavimochic, por el apoyo logístico y el uso de sus instalaciones y equipos de laboratorio. Un especial cariño a la Biol. Mg. Sc. Teresa Rosales.

Y en especial a mi familia, mis padres, mis hermanos, mis abuelos, mis tíos, mis primos y mis amigos, quienes me han sostenido y apoyado en el proceso de la elaboración de este trabajo de investigación. Por eso y muchas cosas más, mi eterna y humilde gratitud.

ÍNDICE

RESUMEN

I.	INTRODUCCIÓN:.....	1
II.	REVISIÓN DE LITERATURA	2
2.1.	TAXONOMÍA.....	2
2.2.	GENERALIDADES	2
2.3.	SITUACIÓN MUNDIAL Y COMERCIO DEL ARÁNDANO	3
2.4.	PROPIEDADES NUTRICIONALES DEL ARÁNDANO.....	7
2.5.	CULTIVARES.....	8
2.5.1.	BILOXI	8
2.5.2.	OTROS CULTIVARES	9
2.6.	PROPAGACIÓN DEL ARÁNDANO	9
2.7.	REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS	10
2.7.1.	TEMPERATURA Y HORAS FRÍO	10
2.7.2.	RADIACIÓN Y FOTOPERIODO	11
2.8.	REQUERIMIENTOS EDÁFICOS	12
2.8.1.	SUELO	12
2.8.2.	AGUA	13
2.9.	MORFOLOGÍA.....	14
2.9.1.	RAÍCES	14
2.9.2.	HOJAS	14
2.9.3.	FLORES	15
2.9.4.	FRUTO	15

2.10.	FENOLOGÍA	16
2.10.1.	CRECIMIENTO VEGETATIVO BAJO CLIMA TEMPLADO	16
2.10.2.	INDUCCIÓN FLORAL Y BROTAMIENTO VEGETATIVO	17
2.10.3.	ESTADOS FENOLÓGICOS Y DE APERTURA DE YEMA FLORAL	18
2.10.4.	POLINIZACIÓN	19
2.10.5.	FRUCTIFICACIÓN Y CRECIMIENTO DEL FRUTO	19
2.10.6.	FENOLOGÍA BAJO CONDICIONES DEL PERÚ	20
2.11.	MANEJO CULTURAL	21
2.11.1.	FACTORES QUE REGULAN EL RENDIMIENTO	21
2.11.2.	RIEGO	22
2.11.3.	FERTILIZACIÓN	23
2.11.4.	USO DE COBERTURAS DE SUELO	25
2.11.5.	MANEJO FITOSANITARIO	26
2.11.6.	USO DE INSECTOS POLINIZADORES	28
2.11.7.	USO DE REGULADORES DE CRECIMIENTO	29
2.11.8.	SOMBRA ARTIFICIAL Y ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN	30
2.11.9.	COSECHA	31
2.11.10.	POSTCOSECHA Y CALIDAD DE FRUTA	32
2.12.	PODA EN EL ARÁNDANO	33
2.12.1.	PODA DE PLANTAS JÓVENES	34
2.12.2.	PODA EN PLANTAS ADULTAS O DE PRODUCCIÓN	35
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	41
3.1.	UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO	41
3.2.	MATERIAL VEGETAL	41
3.3.	MANEJO DEL CULTIVO	41

3.4.	TRATAMIENTOS	42
3.5.	VARIABLES	46
3.6.	MATERIALES E INSTRUMENTOS	47
3.7.	FASE EXPERIMENTAL	47
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	48
4.1.	RENDIMIENTO TOTAL.....	48
4.2.	RENDIMIENTO POR FECHA DE COSECHA.....	54
4.3.	PORCENTAJE DE FRUTA EXPORTABLE, CALIBRE TOTAL Y CALIBRE COMERCIAL DE LA BAYA.....	58
4.4.	PORCENTAJE DE SÓLIDOS SOLUBLES	62
V.	CONCLUSIONES.....	64
VI.	RECOMENDACIONES	65
VII.	BIBLIOGRAFÍA	66
VIII.	ANEXOS.....	81
8.1.	ANÁLISIS DE VARIANZA	81
8.2.	TRANSFORMACIÓN DE DATOS.....	85

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO 1: Épocas de salidas al mercado durante el año de diferentes países productores. Fuente: Dirección de Estudios Económicos e Información Agraria, Dirección General de Políticas Agrarias, Ministerio de Agricultura y Riego. Elaboración Propia.....	5
CUADRO 2: Fenología del arándano en Perú. Fuente: Elaboración propia.	21
CUADRO 3: Promedios de Rendimiento Total en <i>V. corymbosum</i> L. cv. Biloxi para diferentes tipos de poda, expresados en g/planta. Cinco por ciento de significación. Chao – La Libertad. 2015.	48
CUADRO 4: Promedios de Rendimiento por mes en <i>V. corymbosum</i> L. cv. Biloxi para diferentes tipos de poda, expresados en g/planta. Cinco por ciento de significación. Chao – La Libertad. 2015. Método de transformación Box y Cox para cumplir con los requerimientos de Normalidad de Errores y Homogeneidad de Varianzas.....	54
CUADRO 5: Promedios de Porcentaje Comercial, Calibre Total (mm) y Calibre Comercial (mm) de bayas de <i>V. corymbosum</i> L. cv. Biloxi para diferentes tipos de poda. Cinco por ciento de significación. Chao – La Libertad. 2015.....	58
CUADRO 6: Promedios de Porcentaje de Sólidos Solubles en bayas de <i>V. corymbosum</i> L. cv. Biloxi para diferentes tipos de poda, expresados en Grados Brix (°Bx). Cinco por ciento de significación. Chao – La Libertad. 2015.....	62

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: Precios promedios mensuales 2012 – 2016. Fuente: International Trade Centre, 2017.	6
FIGURA 2: Planta bajo P0: Testigo sin podar.	43
FIGURA 3: Planta bajo P1: Eliminación de flores y frutos.	43
FIGURA 4: Planta bajo P2: Poda alta a 60 cm.....	44
FIGURA 5: Planta bajo P3: Poda baja a 30 cm.....	44
FIGURA 6: Planta bajo P4: Poda alta a 60 cm con alimentador.....	45
FIGURA 7: Planta bajo P5: Poda baja a 30 cm con alimentador.....	45
FIGURA 8: Diseño experimental de bloques completamente al azar.....	46
FIGURA 9: Distribución de la cosecha por mes por mes en <i>V. corymbosum</i> L. cv. Biloxi para diferentes tipos de poda, expresados en g/planta.....	55

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: Análisis de Varianza de la variable Rendimiento Total de V. corymbosum L. cv. Biloxi para diferentes tipos de poda. 5 por ciento de significación. Chao – La Libertad. 2015.	81
ANEXO 2: Análisis de Varianza de la variable Rendimiento en el mes Agosto de V. corymbosum L. cv. Biloxi para diferentes tipos de poda. 5 por ciento de significación. Chao – La Libertad. 2015.	81
ANEXO 3: Análisis de Varianza de la variable Rendimiento en el mes Setiembre de V. corymbosum L. cv. Biloxi para diferentes tipos de poda. 5 por ciento de significación. Chao – La Libertad. 2015.	82
ANEXO 4: Análisis de Varianza de la variable Rendimiento en el mes Octubre de V. corymbosum L. cv. Biloxi para diferentes tipos de poda. 5 por ciento de significación. Chao – La Libertad. 2015.	82
ANEXO 5: Análisis de Varianza de la variable Rendimiento en el mes Noviembre de V. corymbosum L. cv. Biloxi para diferentes tipos de poda. 5 por ciento de significación. Chao – La Libertad. 2015.	82
ANEXO 6: Análisis de Varianza de la variable Rendimiento en el mes Diciembre – Enero de V. corymbosum L. cv. Biloxi para diferentes tipos de poda. 5 por ciento de significación. Chao – La Libertad. 2015.	83
ANEXO 7: Análisis de Varianza de la variable Calibre Promedio Total de V. corymbosum L. cv. Biloxi para diferentes tipos de poda. 5 por ciento de significación. Chao – La Libertad. 2015.	83
ANEXO 8: Análisis de Varianza de la variable Calibre Promedio Comercial de V. corymbosum L. cv. Biloxi para diferentes tipos de poda. 5 por ciento de significación. Chao – La Libertad. 2015.	83
ANEXO 9: Análisis de Varianza de la variable Porcentaje Comercial de V. corymbosum L. cv. Biloxi para diferentes tipos de poda. 5 por ciento de significación. Chao – La Libertad. 2015.	84
ANEXO 10: Análisis de Varianza de la variable Sólidos Solubles medidos en Grados Brix de V. corymbosum L. cv. Biloxi para diferentes tipos de poda. 5 por ciento de significación. Chao – La Libertad. 2015.	84
ANEXO 11: Promedios de Rendimiento por mes en V. corymbosum L. cv. Biloxi para diferentes tipos de poda, expresados en valores transformados y g/planta entre paréntesis. 5 por ciento de significación. Chao – La Libertad. 2015. Método de transformación Box y Cox para cumplir con los requerimientos de Normalidad de Errores y Homogeneidad de Varianzas.	85

RESUMEN

La poda es una actividad clave en el manejo agronómico de las plantaciones de arándano alto (*Vaccinium corymbosum* L.). El cultivo ha sido introducido al país hace menos de una década, sin embargo ha demostrado tener gran rentabilidad bajo nuestras condiciones. La alta tecnificación requerida por el cultivo demanda información validada en el país. Se realizó un experimento durante la temporada 2015/2016 en una instalación comercial agrícola de arándanos cv. Biloxi en Chao, La Libertad, Perú; con el fin de determinar los efectos de cuatro tipos de poda en plantas de arándano de dos años de instalado en el rendimiento y la calidad de fruta. Los tratamientos consistieron en (a) testigo no podado (T0); (b) dos Eliminaciones mensuales de flores y frutos (T1); (c) Poda Alta – Eliminación de todo el material sobre 60 cm desde cuello de planta (T2); (d) Poda Baja sobre 30 cm (T3), Poda Alta con 1 o 2 *alimentadores* –ramas verdes que no fueron podadas (T4); y (e) Poda Baja con alimentadores (T5). El estudio demostró que, bajo las condiciones del experimento la severidad de la poda redujo el rendimiento. La poda alta aumentó el Calibre Total y el Calibre Comercial de las bayas, y el Porcentaje de Fruta Exportable. No hubo diferencias significativas de los Porcentajes de Sólidos Solubles frente a la poda. Las plantas con alimentadores mostraron valores intermedios entre el testigo y las plantas podadas, salvo en la variable *Rendimiento total*. Hace falta mayor investigación en este cultivo bajo condiciones del país para mejorar la productividad.

Palabras Clave: *Vaccinium corymbosum*, arándano, poda, rendimiento, calibre de baya, porcentaje de sólidos solubles.

ABSTRACT

Pruning is a key activity the Agronomic Management of Highbush Blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.). The first blueberry orchards were being installed less than a decade ago, however it has proven to be highly profitable. The high technification required demands the validation of information about blueberry development and their agronomical practices in Peru. An essay was evaluate in Chao, La Libertad, Perú, during the 2015/2016 season to determinate the effects of pruning on the yield, exportable percentage of the yield and fruit quality –fruit diameter and percentage of soluble solids. Treatments consisted of (a) non-pruned control (T0); (b) two monthly eliminations of flowers and fruit; (c) High pruning –Removal of all material over 60 cm from soil; (d) Low pruning over 30 cm (T3); High pruning with one of two *feeders* –Young branches that were not pruned (T4); Low pruning with feeders. Pruning severity reduces Yield. High Pruning increases Total and Commercial Fruit Diameter, also it improves the Exportable Percentage of fruits. There is no effect of pruning in the Percentage of Soluble Solids. Plants with feeders showed intermediate values. More research is needed on this crop under local conditions to improve the productivity.

Key words: *Vaccinium corymbosum*, blueberry, pruning, yield, fruit diameter, percentage of soluble solids.

I. INTRODUCCIÓN:

El arándano es un cultivo de reciente introducción al país, de gran expansión en los últimos años en el Perú debido a su alta rentabilidad y una ventana comercial oportuna que permiten exportar el producto con poca competencia internacional. Es una fruta del grupo de los denominados *berries* y *superfrutas*, de alto valor nutricional y comercial.

La producción peruana de arándano durante el periodo 2015 – 2016 ha incrementado de 10300 a 28150 TM – 173 por ciento. El crecimiento de las exportaciones totales, por ende fue de 151 por ciento, lo que representó un total de USD 243 841 000 FOB (Adex Data Trade, 2017). Este gran crecimiento se ha basado en el uso de cultivares de bajo requerimiento de frío y en la validación de experiencias previas en el manejo del cultivo en otros países, ya que existe muy poca información del cultivo en el Perú.

La poda es, tal vez, la práctica de manejo más importante que requiere validación en nuestro país (Retamales & Hancock, 2012). No hay un estudio previo sobre su influencia bajo nuestras condiciones. Se han realizado algunos ensayos en las empresas agrícolas que están incursionando en este rubro, no obstante estos resultados son reservados. Las podas realizadas se basan en recomendaciones hechas por asesores extranjeros expertos en el rubro de acuerdo a metodologías empleadas en otros tipos de clima. Debido a que las sociedades privadas no publican sus investigaciones, este trabajo puede beneficiar a pequeños productores que están interesados en la producción de arándanos a pequeña escala.

El objetivo del presente trabajo es estudiar el efecto de cinco tipos de poda en los siguientes aspectos productivos del cultivo de arándano: Rendimiento total, Rendimiento por mes, Calibre de fruta total, Calibre de fruta comercial, y Porcentaje de bayas comerciales, bajo las condiciones de Chao, dentro del marco de la Irrigación Chavimochic, en la Costa liberteña.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1.TAXONOMÍA

De acuerdo con Cronquist (1981) y Retamales & Hancock (2012), taxonómicamente el arándano se clasifica de la siguiente manera:

Reino: Plantae

División: Magnoliophytas

Subdivisión: Angiosperma

Clase: Dicotiledónea

Subclase: Dilleniidae

Orden: Ericales

Familia: Ericaceae

Subfamilia: Vaccinioideae

Tribu: Vaccinieae

Sección: *Cyanococcus*

Género: *Vaccinium*

Especie: *Vaccinium corymbosum* L. 1753.

2.2.GENERALIDADES

El arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) es un arbusto frutal perteneciente a la familia de las Ericáceas, natural del este y medio oeste de Norteamérica, donde es denominado como *Highbush blueberry* o *arbusto alto*. El género *Vaccinium* presenta especies nativas en los Andes peruanos, tal como *V. meridionale* Sw., conocido como *Gongapa* o *Agraz*, ampliamente estudiada en Colombia. Géneros muy estudiados conjuntamente con *V. corymbosum* son *V. ashei* Reade, denominado *Ojo de conejo* (*Rabbit-eye blueberry*), y *V. angustifolium* (Aiton) Benth., denominado *arbusto bajo* (*Lowbush blueberry*) (Macbride, 1946; García & García, 2006; Ávila *et al*, 2007).

2.3.SITUACIÓN MUNDIAL Y COMERCIO DEL ARÁNDANO

La producción mundial se reparte en cuatro zonas, divididos por su clima (Retamales & Hancock, 2012):

- Verano leve e invierno intenso: Donde se ubican las zonas productoras de China, Italia, Alemania, Polonia, Holanda y Estados norteros de Estados Unidos y Canadá. En ellos destacan los cultivares denominados *Northern highbush* o arbustos altos del norte. Su necesidad de horas frío es de más de 1000 horas.
- Verano leve húmedo e inviernos moderados: Donde se ubican las zonas productoras de Francia, Japón, norte de Nueva Zelanda, zona centro – sur de Chile y el sur de Australia. Destacan los cultivares *Northern highbush* y pocas zonas producen *Southern highbush* o arándanos altos del sur. Su necesidad de horas frío es de más de 600 horas.
- Verano leve húmedo e inviernos leves: Donde se ubican las zonas productoras de Argentina, México, norte de Chile, Uruguay, sudeste de Estados Unidos y norte de Australia. Principalmente *Southern highbush*. La cantidad de horas frío varían desde cero (México) a 500 horas (Carolina del Norte). Dentro de estas zonas se puede considerar al Perú como nuevo productor.
- Verano húmedo e invierno leve: Donde se ubican las zonas productoras de España, centro de Chile y Sudáfrica. Las horas frío van desde 250 a 450. Mayormente *Southern highbush*.

Estados Unidos de América es el principal productor y consumidor de arándanos a nivel mundial, al producir casi 254 000 toneladas en 2015, de las cuales más de 137 000 son para consumo fresco. Su consumo *per cápita* en dicho año es de 0.43 kg, que, si bien es aún bajo, ha mostrado un crecimiento de 210 por ciento en los últimos trece años. El segundo productor mundial es Chile, con más de 100 000 toneladas, convirtiéndolo en el mayor exportador mundial, principalmente destinado hacia el primer mencionado. (Ministerio de Relaciones Exteriores – Oficina Comercial de Miami en Perú, 2011; Sierra Exportadora, 2013, Evans & Ballen, 2014; Asociación de Exportadores de Frutas de Chile, 2016; Adex Data Trade, 2017, USDA, 2017).

La primera plantación registrada en Perú estaba ubicada en Arequipa, en el año 2008, de 10 hectáreas. Hasta el 2009, el Perú no figuraba incluso como un productor *no-tradicional*. (Aunque el país se encuentra en el octavo lugar entre los países exportadores de arándano, el crecimiento de las exportaciones durante el período 2012 – 2016 fue de 313 por ciento, el mayor de entre todos los países exportadores. (Bañados, 2009; MINAGRI, 2016; ITC, 2017).

El mercado internacional permite la expansión de este cultivo en el país, dadas nuestras condiciones climáticas. El principal destino del Perú al 2017, es Estados Unidos con 54.7 por ciento del total de las exportaciones; seguido de Holanda, con 23.2. La principal ventana comercial aprovechable para nuestra producción se da *entre finales de septiembre y todo octubre* (observar CUADRO 1 y FIGURA 1), donde se compite con Nueva Zelanda. En noviembre y diciembre Chile es el principal competidor. Dada las condiciones de heladas y lluvias impredecibles en los países mencionados, el Perú puede aprovechar con mejores precios internacionales. Otra ventana comercial a considerarse se ubica a finales de marzo, donde el único competidor es Marruecos. (Sierra Exportadora, 2012, ITC, 2017).

La producción se reparte, al 2015 en 2500 ha instaladas, en 7 regiones (Arequipa, Ancash, Cajamarca, Ica, La Libertad, Lambayeque, Lima); donde las unidades agrícolas mayores de 50 ha, poseen más de la mitad de las áreas. La Libertad es la región de mayor producción, ya que concentra casi el 90% de toda la producción nacional (Velásquez, 2014, MINAGRI, 2016).

Zona Productora	Enero				Febrero				Marzo				Abril				Mayo				Junio				Julio				Agosto				Setiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
Argentina, Uruguay																																																
Chile, Sudáfrica, Oceanía																																																
Perú																																																
Marruecos																																																
Polonia, Alemania																																																
Portugal, Norte de España																																																
Sur de España, Sur de USA																																																
Canadá, Norte de USA																																																

CUADRO 1: Épocas de salidas al mercado durante el año de diferentes países productores. Fuente: Dirección de Estudios Económicos e Información Agraria, Dirección General de Políticas Agrarias, Ministerio de Agricultura y Riego. Elaboración Propia.

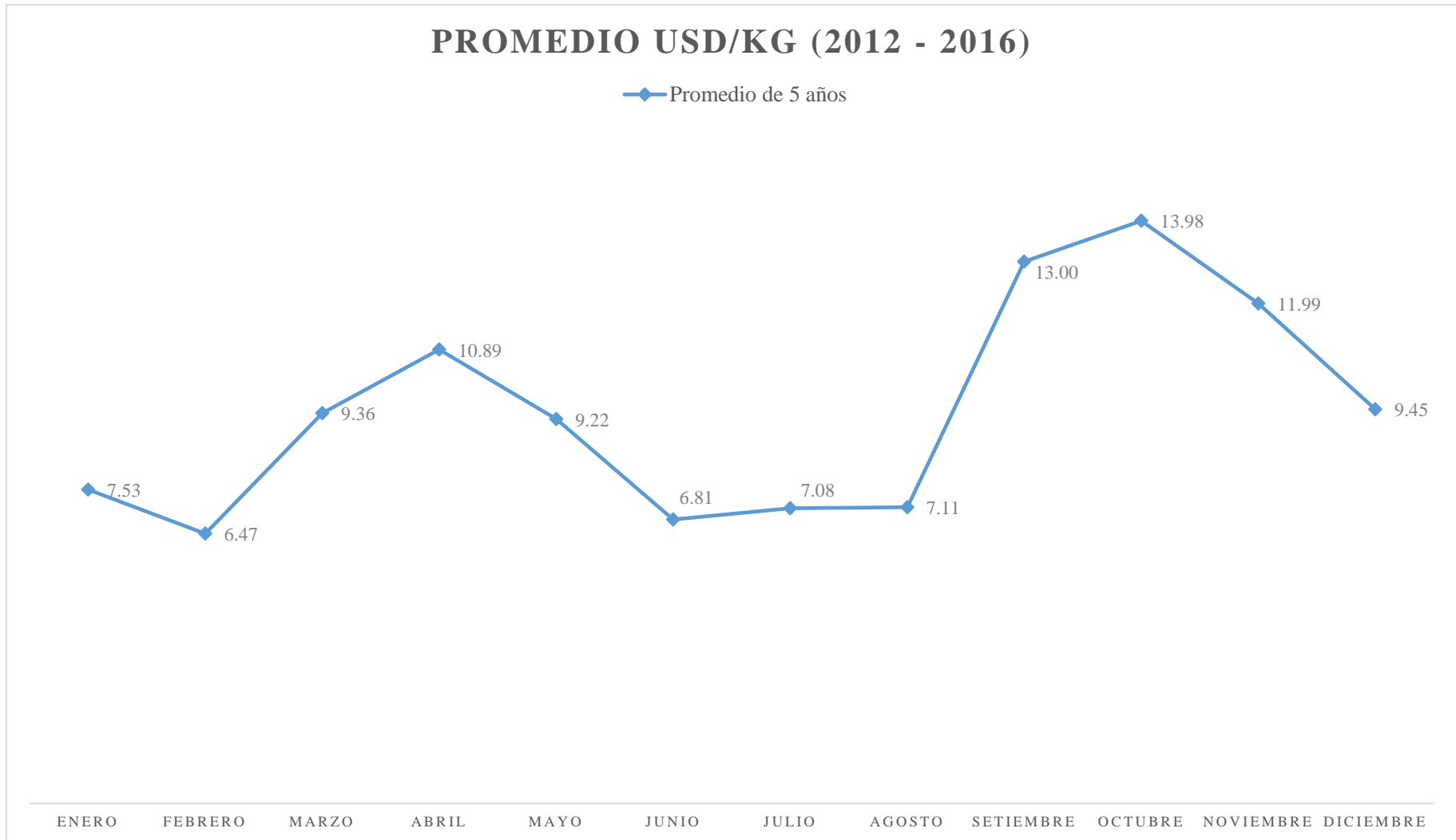


FIGURA 1: Precios promedios mensuales 2012 – 2016. Fuente: International Trade Centre, 2017.

2.4. PROPIEDADES NUTRICIONALES DEL ARÁNDANO

El arándano es un producto que ha ganado gran popularidad en los últimos años a nivel internacional. Estados Unidos, un tradicional consumidor de arándanos, ha pasado de 250 a 600 g de consumo por habitante entre 1990 y 2013. Esto debido en gran parte a la calidad nutricional y perfil fitoquímico que posee, y a la gran cantidad de estudios que avalan los beneficios que su consumo contribuiría a la salud humana (García *et al*, 2013).

Los principales componentes bioactivos del arándano son el ácido ascórbico (vitamina C), flavonoides como la quercetina, miricetina y kaemferol, derivados del ácido cinámico (ácido ferúlico, ρ -cumárico, cafeico y sinápico) y del ácido benzoico (ácido gálico, protocatéutico, vanílico y singírico), pterostilbeno, resveratrol y antocianinas. (Chen *et al*, 2010). Los arándanos poseen en promedio de 600 a 2000 mg/kg de antocianinas. Las *antocianidinas*, componente no glucósido de las antocianinas, más importantes presentes en los arándanos son la pelargonidina, cianidina, delfinidina, peonidina, petunidina y la malvidina (Rodríguez-Mateos *et al*, 2011; García-Alonso, 2006).

El consumo de arándanos incorpora al organismo dichos componentes que combaten el *estrés oxidativo*, causado por especies reactivas del Oxígeno (ROS). Los ROS producen una gran cantidad de patologías como hepatitis, envejecimiento prematuro, enfermedades cardíacas, Parkinson, Alzheimer, pancreatitis, artritis y el mismo cáncer (García-Alonso, 2006). Además su consumo ha demostrado mejorar la función visual a través de la regeneración de la rodopsina y eliminar las altas poblaciones de microorganismos causantes de infecciones del tracto urinario femenino (Chen *et al*, 2010). Shi *et al*. (2016) reportan que los componentes del arándano pueden ser beneficioso para combatir el desarrollo y avance de la obesidad y diabetes tipo dos.

2.5.CULTIVARES

Los cultivares comerciales de arándano alto (*V. corymbosum*) se dividen en dos grandes grupos (Retamales & Hancock, 2012):

- *Northern Highbush* o Arándanos Altos del Norte: Cultivares tradicionales con mayor requerimiento de horas frío. Han sido mejorados en busca de fruta de mayor calidad y mayor resistencia a bajas temperaturas. Por ejemplo: ‘Berkeley’, ‘Bluecrop’, ‘Bluetta’, ‘Brigitta’, ‘Duke’, ‘Elliot’, ‘Jersey’.
- *Southern Highbush* o Arándanos Altos del Sur: Cultivares mejorados con menor requerimiento de frío. Han sido mejorados para adecuarse mejor al cultivo siempreverde y climas más tropicales. Por ejemplo ‘Biloxi’, ‘Emerald’, ‘Jewel’, ‘Misty’, ‘O’Neal’.

2.5.1. BILOXI

El cultivar *Biloxi* (1998 – Mississippi) es el principal utilizado en el país, debido a que requiere de menos de 400 - 500 horas frío para prosperar. Desarrollado por el Servicio de Investigación de Agricultura del Departamento de Agricultura de Estados Unidos (ARS-USDA), en Beltsville, Maryland, y en Poplarville, Mississippi, con el fin de obtener una variedad adaptada al sur de Estados Unidos. Es un tetraploide originado por el cruce de *V. corymbosum* (quien aporta la mayor cantidad de genes, pero menos del 50 por ciento), *V. angustifolium* Aiton, *V. ashei* Reade y *V. darrowii* Camp. Este último le confiere su adaptabilidad a bajas horas frío, comportándose prácticamente como una planta *siempreverde*. Es de producción temprana, madurando al mismo tiempo que el cultivar *Rabbit-eye* ‘Climax’ y junto o después que el *Southern* ‘O’Neal’. No es muy resistente a las heladas. (Spiers, 2002; Rebolledo, 2013).

La planta es arbustiva, con alto vigor y productividad. Las bayas son pequeñas a medianas, con una única cicatriz al medio, azul claro, firme y de buen sabor. Cultivada en México y en el norte de Australia debido a su adaptación al cultivo siempreverde. (García, 2011; Retamales & Hancock, 2012; Rebolledo, 2013).

2.5.2. OTROS CULTIVARES

Otros cultivares han sido probados en el país, por sus bajos requerimientos de frío, como ‘Emerald’, y ‘O’Neal’. No obstante no han obtenido los resultados, no reportados, esperados en el norte del país.

‘Emerald’ (Florida – 1999, Nro. de Patente de Plantas de Estados Unidos 12.165), fue desarrollada por la Universidad de Florida. Posee un desarrollo vegetativo vigoroso, muy alto rendimiento y bayas grandes que no maduran uniformemente, por lo que la cosecha es más onerosa (Williamson *et al*, 2014).

‘O’Neal’ (Carolina del Norte – 1990) es un cultivar *Southern* de crecimiento y maduración temprana. Gran porcentaje del material genético de esta variedad proviene de *V. ashei* Reade y *V. darrowii* Camp, lo cual le da la posibilidad de prosperar en zonas con pocas horas-frío. Produce bayas grandes y tiene alto rendimiento. Desarrollado en conjunto por la Universidad Estatal de Carolina del Norte y Departamento de Agricultura de Estados Unidos. (Ballington *et al*, 1990)

Se han introducido cultivares patentados, cuya producción debe ser autorizada por los viveros que los comercializan. Poseen una calidad genética superior a los cultivares liberados, con mayor adaptabilidad al cultivo *siempreverde* y con mejores calibres de fruta y rendimientos; sin embargo son de más alto costo. En estos cultivares, los tardíos tienen mayor producción que los tempranos. Las características buscadas en el desarrollo de cultivares son mejor sabor, gran cantidad de pruina, color azul claro, fácil cosecha, firmeza, y larga vida postcosecha. (Retamales & Hancock, 2012).

2.6. PROPAGACIÓN DEL ARÁNDANO

Comercialmente, el arándano se multiplica por medio de micropropagación, usando técnicas de cultivo de tejidos *in vitro*, que ya ha sido ampliamente estudiado. En la mayoría de especies de *Vaccinium* se utiliza principalmente el medio desarrollado por Lloyd y McCown’s (1980), denominado Medio de Plantas de Madera (WPM en inglés), o sus derivados; que contienen principalmente citoquininas como la zeatina para la

proliferación de tallos. Se deben mantener a 20-25°C, bajo 16-h de fotoperiodo, a una iluminación de 10-75 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{s}$. (Hancock *et al.*, 2008).

El proceso de producción de plántones consta de 5 fases principales: Preparación de la planta madre, establecimiento del cultivo en condiciones de asepsia, multiplicación de los brotes, enraizamiento (*In vitro* y *Ex vitro*) y aclimatación. (Cutz, 2004)

El arándano además puede ser propagado por injerto, método que usa como patrón a *Vaccinium arboreum* Marshall para dar características interesantes como el desarrollo de un único y robusto tronco, y adaptación a un rango más amplio de pH (Yang *et al.*, 2016).

2.7.REQUERIMIENTOS CLIMÁTICOS

2.7.1. TEMPERATURA Y HORAS FRÍO

El arándano se puede desarrollar en climas muy diferentes, ya que depende mucho de la cantidad de horas frío requeridas por el cultivar a instalar para que las yemas rompan la latencia o *dormancia* (del término inglés *Dormancy*). Esto se comprueba al contrastar las diferentes zonas productoras de arándano en el mundo. Sin embargo se debe tener en cuenta que las temperaturas bajas afectan la floración, por ello se debe seleccionar cultivares cuya fenología no coincida con éstos fenómenos. Según Moon *et al.* (1987) la temperatura para una óptima fotosíntesis en los arándanos altos del sur es de 18 a 26°C ('Jersey'), de 14 a 22 °C para los altos del norte ('Bluecrop'), y de 25 a 30°C para la especie *Vaccinium darrowii*.

Cuando la temperatura sube de 20 a 30°, la tasa de fotosíntesis decrece. Un promedio de 20 por ciento para 'Jersey', 30 para 'Bluecrop' y sólo nueve para *V. darrowii*; lo que indicaría la tolerancia de esta última especie a climas tropicales (Moon *et al.*, 1987). En arbustos altos del sur, las hojas se dañan a -8°C. (Lyrene, 2004; Rebolledo, 2013).

Un efecto claro de la temperatura es en la inducción floral: se ha demostrado que en plantas de arándano alto del sur cv. Misty se presenta una mayor inducción a 21°C que a 28°C durante 8 semanas, además la reserva de carbohidratos desciende conforme aumenta la temperatura (Spann *et al.* 2004). Spiers *et al* (2006) concluyen en su experimento sobre

requerimiento de *horas-frío* (horas efectivas a menos de 7°C) que ‘Biloxi’ requiere de 200 o menos para prosperar, ‘Climax’ de 300 y ‘Tifblue’, ‘Jubilee’ de 400. El autor utiliza estacas vegetativas del arándano para determinar la cantidad crítica de horas-frío necesarias para romper la dormancia.

La resistencia al frío depende del cultivar o especie, y de la región donde se desarrolla el cultivo. Patten (1991) concluye que los cultivares *Rabbit-eye* resisten mejor a bajas temperaturas que los cultivares *Northern* o *Southern*. Menciona además que mientras más avanzado la fase de desarrollo de la flor, más susceptible al daño de frío. Yemas florales desarrolladas en otoño serían más resistentes que las primaverales.

2.7.2. RADIACIÓN Y FOTOPERIODO

La mayoría de los cultivos frutales requieren al menos de cierta cantidad de radiación para la formación de yemas florales. Retamales & Hancock (2012) menciona que para el arándano ojo de conejo se requiere de más de 25 por ciento de luz directa para la inducción, además que la radiación disponible dentro de la planta es mucho menor que en las partes exteriores. Para el arándano alto, Retamales¹ (2015) comunica en una conferencia realizada en Trujillo, Perú, que se requiere de 20 por ciento.

Yáñez *et al.* (2009), en un experimento en una plantación del cultivar ‘Choice’ de 14 años en Coihueco, Biobío, Chile (36°21'S; 71°50'O), concluyeron que más del 85% de las yemas se desarrollan hasta los 80 cm desde la punta de la rama. Los autores concluyen que la diferencia de la radiación fotosintéticamente activa (*PAR* en inglés) sería el factor determinante: en las partes superiores hasta dichos 80 cm es de 1,200 a 1,693 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, mientras que bajo esta marca es considerablemente menor — 96 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

El fotoperiodo también es muy importante en el arándano. Experimentos realizados con el cultivar *Southern* ‘Misty’ (Spann, 2004) demostraron que en dichos cultivares se presenta una respuesta positiva de la inducción floral al fotoperiodo corto (ocho horas efectivas de sol) en tan sólo cuatro semanas, caso contrario a un fotoperiodo interrumpido. El autor concluye que «la floración del arándano tiene una respuesta al día corto

1. XV Curso de Manejo Integrado de Cultivos en la Irrigación Chavimochic, 2015. (Conferencia)
Retamales, J. Factores de producción del Cultivo de Arándanos. Trujillo, PE.

dependiente del fitocromo, y que las reservas de carbohidratos no son trascendentales para tal respuesta». Ello tendría, según Retamales² su mayor expresión en condiciones del Perú, donde el mismo fotoperiodo induciría a la continua e ininterrumpida floración.

2.8.REQUERIMIENTOS EDÁFICOS

2.8.1. SUELO

El arándano tiene la particularidad de desarrollarse mejor en condiciones de suelos ácidos, con un pH entre 4.5 y 5.5; si bien se pueden desarrollar de 5.8 hasta 6.0. Esta característica, descubierta por Frederick Coville cerca de 1910, permitió que el arándano se pueda domesticar. (Mirsky, 2011; Rebolledo, 2013). La Conductividad Eléctrica (CE) ideal es bajo los 1.5 dS/m (Cruzat y Mancilla, 2010).

El cultivo requiere de suelos ligeros, de buena aireación con porosidad de 40 por ciento, porcentaje alto en materia orgánica, contenido de carbonato de calcio bajo el dos por ciento y buen drenaje. El encharcamiento es un problema muy grave que puede afectar a las raíces. (Carrera, 2012; Cruzat y Mancilla, 2010; Rebolledo, 2013).

La temperatura del suelo es una variable a considerar en el cultivo del arándano. En un estudio realizado en Poplarville, Mississippi, bajo invernadero, los cultivares *Southern* mostraron mayor crecimiento aéreo y radicular que cultivares *Rabbiteye* a altas temperaturas (27 y 38°C), mientras que su crecimiento fue óptimo en ambas a 16°C. Esto permite concluir que los primeros cultivares resistirían mejor a un clima tropical. Se puede optar por bajar la temperatura en verano, bajo sofisticados sistemas de invernadero. (Spiers, 1995).

Se recomienda un contenido de materia orgánica mayor a dos por ciento en caso de suelos arenosos, y mayor a tres en suelos de texturas más finas (Hirzel, 2013).

2. Seminario: 7° Seminario Internacional Blueberries Consulting - Perú, 2017. (Conferencia)
Retamales, J. Factores y Manejos a considerad en la Poda de Arándanos. Lima, PE.

2.8.2. AGUA

La huella hídrica del arándano (litros de agua directa e indirectamente necesarios para producir un kilo del producto) fue determinada bajo condiciones de las regiones productoras de Chile – Región IV de Coquimbo, V de Valparaíso, Metropolitana, VI de O'Higgins, VII del Maule, VIII del Biobío, IX de la Araucanía, XIV de Los Ríos y X de Los Lagos –, con un rendimiento promedio de 15 TM/ha, donde se concluyó un rango entre 835.7 y 423.9 L/kg, disminuyendo de norte a sur. Estos valores son menores al valor mundial promedio reportado, 845 L/kg, ya que el riego se encuentra altamente tecnificado y a que la lluvia no es un componente de importancia en el suministro de agua en dicho país (Uribe & Riquelme, 2013).

El arándano alto del norte es menos resistente a la sequía que otras especies cultivadas de arándanos, como los cultivares *rabbit-eye*, los cultivares *lowbush* y los *half-high* (Híbridos de *V. corymbosum* y *V. angustifolium*, al parecer los cultivares más resistentes) (Eck, 1988, Wu *et al.* 2016). Sin embargo, el impacto de la sequía depende de las condiciones medioambientales y de la fase fenológica afectada (Améglio *et al.*, 2000.) Bajo condiciones de estrés hídrico, las plantas de arándano acumulan reservas en sus raíces al aumentar el peso seco de éstas (Cameron *et al.*, 1989).

La respuesta de las plantas al exceso de agua en el suelo también varía con el cultivar, debido a que los cultivares *Rabbit-eye* son ligeramente más resistentes a los arándanos altos del norte. Sin embargo, en la práctica dependen de la resistencia a enfermedades que inciden en dicha situación, como la pudrición radicular causada por *Phytophthora*. (Crane & Davies, 1988). El nivel de oxígeno debe mantenerse en 20 por ciento – que equivale a 10g/m³ del gas a 30 cm de profundidad (Topp *et al.* 2000)

2.9.MORFOLOGÍA

2.9.1. RAÍCES

Las raíces se encuentran principalmente hasta los 25 a 30 cm de profundidad. Más del 80 por ciento están sobre los 36cm de profundidad y el 80 por ciento a 60 cm del centro de la corona (Carrera, 2012; Gough, 1980). La planta carece de pelos radiculares. Retamales & Hancock (2012) las clasifican de acuerdo a su grosor en:

- Raíces gruesas (mayores a 11 mm de grosor), que sirven de almacén de reserva y anclaje al suelo.
- Raíces filamentosas (aproximadamente 1 mm), que sirven para la absorción de agua y nutrientes.

Las plantas son invadidas por organismos micorríticos endotróficos que apoyan a mejorar la absorción de algunos nutrientes. Algunos géneros reportados son *Hymenoscyphus*, *Oidiodendron*, y *Scytalidium*. Yang *et al.* (1996) reporta que las raíces de plantones inoculados con micorrizas presentan mayor crecimiento que los que están desinfectados. Por otro lado, Jacobs *et al.* (1980) reportan que esporas de *Elaphomyces personii* Vittad provenientes de una especie silvestre del arándano, *Vaccinium fuscatum* infestaron efectivamente al arándano *rabbit-eye*, por lo que puede investigarse nuevos posibles géneros para los diversos suelos donde se instalará el cultivo.

2.9.2. HOJAS

Las hojas son simples, enteras o aserradas, y ubicadas alternamente a lo largo del tallo. Su forma varía ampliamente, desde elípticas, espatuladas, oblanceolada u oval. Pueden tener pubescencia en el envés. (Retamales & Hancock, 2012).

La mayoría de los cultivares *highbush* son caducifolios, sin embargo los cultivares *southern* se comportan como *siempreverdes*. Thomas (2000) clasifica al arándano dentro de un grupo de plantas, tanto caducifolias como siempreverdes, denominado *cambiahojas*, al que también pertenecería el palto (*Persea americana*), el alcornoque (*Quercus suber*) y la magnolia (*Magnolia grandiflora*). En estas plantas las hojas nuevas brotan justo antes o después de la caída de las hojas viejas, lo que ocasiona que en un

periodo breve, la planta no posea hojas. En algunos clones de *Southern highbush* si este periodo coincide con la floración o fructificación causará problemas en la calidad del fruto (Lyrene, 2004).

2.9.3. FLORES

Las flores son perfectas y epíginas, ubicadas en racimos simples y emergen de yemas laterales. Posee nectarios en la base de la flor. Se forma un racimo por nudo, pero en brotes más gruesos pueden formarse dos. El número de yemas florales por brote y de flores por inflorescencia dependen del cultivar. (Gil, 2000).

Cáliz verde, gamosépalo y persistente, es decir, se sueldan al fruto una vez maduro. Corola gamosépala, forma globosa a modo de urna; con pétalos de color blanco a rosáceo. Ocho a diez estambres por flor, dos anteras por teca, grano es una tétrada. El pistilo puede ser ligeramente más corto o largo que los estambres. Ovario ínfero, tetra a pentalocular y con muchos óvulos por lóculos. Posee de ocho a diez estambres (Gough, 1994; Retamales & Hancock, 2012).

2.9.4. FRUTO

El fruto es, botánicamente una baya. Color azul oscuro a negro. El tamaño es muy variable debido a las diferentes condiciones climáticas, varietales y de manejo que se presentan. Se reporta un rango de cuatro a 12 mm en ejemplares silvestres. Pulpa verde claro transparente, formada por el mesocarpio y endocarpio. Posee una cutícula cerosa de hasta 5 μm . El fruto contiene de una a varias semillas, de diez a 20, pero se ha reportado hasta 65. Madura en dos o tres meses, en función del ambiente y del cultivar. (Gough, 1994; Retamales & Hancock, 2012; eFloras, 2009). Sin embargo, Gil (2000) argumenta que el fruto es una *falsa baya*, debido a que el receptáculo se fusiona al pericarpio en la constitución de la parte comestible, tal como sucede en la grosella y la zarzaparrilla.

La composición química final aproximada del fruto es de 83 por ciento de agua, 15.3 de carbohidratos, 1.5 de fibra, 0.7 de proteína y 0.5 de grasas. El porcentaje de ácidos varía de uno a dos por ciento. (Retamales & Hancock, 2012). La composición de dichos ácidos ha sido detallada previamente.

2.10.FENOLOGÍA

2.10.1. CRECIMIENTO VEGETATIVO BAJO CLIMA TEMPLADO

Las yemas vegetativas están formadas por un máximo de seis primordios. Empiezan a hincharse a inicios de la primavera, cuando la temperatura sobrepasa los 7.2°C, mientras las hojas se forman dentro de ellas. Se abren lentamente al expandirse los internodos, generalmente después de las yemas florales en la primavera, en función del cultivar y las condiciones del ambiente. El *plastocrono* (tiempo entre la formación de hojas nuevas) es de aproximadamente 5 días. (Gough *et al.*, 1978; Font Quer, 2001; Longstroth, 2012)

El crecimiento del tallo episódico o discontinuo, es decir, posee periodos no continuos de crecimiento. La ramificación es simpódica, ya que un conjunto de brotes emergen de un solo punto y crecen hasta cierto punto, donde se vuelve a ramificar de la misma forma. Los tallos crecen rápidamente, hasta que ocurre el aborto de la yema apical (*black tip*), que estimula el fin de la dormancia y consiguiente brotamiento en las yemas axilares, por lo general sólo una. La cantidad de estos *flujos* de crecimiento dependen del cultivar y de las condiciones ambientales (Retamales & Hancock, 2012). Pescie & López (2007) concluyeron que bajo condiciones de la Provincia de Buenos Aires, Argentina, las plantas de arándano presentan dos etapas de brotamiento vegetativas, una en *primavera*, que se desarrolla en la madera de un año, y otra en *verano*, que se desarrollan en las anteriores. Las yemas de los brotes de primavera se indujeron en diciembre, mientras que las de verano en abril; lo que ocasiona que existan dos *picos* de cosecha, en Octubre y Noviembre, respectivamente.

Generalmente cuando un tallo nuevo brota desde el suelo, permanece sin ramificar el primer año. Cuando el siguiente año fructifica, algunas yemas vegetativas rompen la dormancia y se ramifican. A medida que se van ramificando año tras año, el tamaño de la fruta y el rendimiento por tallo van disminuyendo (Retamales & Hancock, 2012).

El crecimiento radicular se presenta principalmente en dos periodos, analizados bajo condiciones de contenedor. El primero se da cuando la flor se fecunda y termina cuando se tiene el fruto verde. El segundo, mayor que el anterior, inicia después de la cosecha y finaliza cuando inicia la dormancia. (Abbott & Gough, 1987).

2.10.2. INDUCCIÓN FLORAL Y BROTAMIENTO VEGETATIVO

En condiciones naturales –clima templado, la diferenciación floral empieza en ramas de un año de edad y las yemas se vuelven dormantes debido al día corto de inicios del otoño. Estos días cortos también son los que inician la inducción floral (Longstroth, 2012; Hall *et al.*, 1963; Spann *et al.* 2004). Esto no se cumple totalmente bajo condiciones subtropicales, donde se ha observado que en plantas recién trasplantadas ya aparecen racimos y no se ha observado dormancia, posiblemente a que el fotoperiodo no llega a ser menos de 12 horas. Se ha reportado que sucede lo mismo bajo condiciones de Corindi Plateau, Nueva Gales del Sur, Australia (Wright, 1993).

A medida que disminuye la temperatura y el fotoperiodo se vuelve corto, el arándano se vuelve dormante, y requiere de cierta cantidad de horas frío para poder volver a brotar, que depende del cultivar utilizado (Gil, 2000; Retamales & Hancock, 2012).

La diferenciación de las yemas florales se inicia en los *Northern highbush* en verano y continúan hasta la mitad del otoño, mientras que en los *Southern* a partir de inicios del otoño y durante todo el invierno. Una cantidad excesivas de días largos, de 16 horas, estimula el crecimiento vegetativo, pero evita el desarrollo de las yemas florales. La intensidad de luz necesaria para la formación de flores es el doble de la radiación que satura la fotosíntesis. El polen se forma después del óvulo en los *Northern* casi al final de la primavera, mientras que en los del sur se da continuamente durante el invierno, al mismo tiempo que la formación de los óvulos. (Hall *et al.*, 1963; Gil, 2000; Retamales & Hancock, 2012). Huang *et al.* (1997) realizaron un estudio donde concluyen que el cultivar Sharpblue bajo condiciones de Baton Rouge, Louisiana, presenta una floración acropétala en el racimo, y éstos a su vez aparecen de forma basipétala.

Los tipos de brotes que emergen del arándano son diferentes y se requieren conocerlos para su correcto manejo. Los brotes normales poseen yemas vegetativas que se formaron el año anterior. Los vigorosos son aquéllos que emergen desde la corona o de yemas mayores de un año, y los anticipados se forman en yemas brotadas en el mismo año. Éstos últimos caracterizan a una planta recién podada en verde. El crecimiento del arándano es generalmente por flujos, que varía entre uno a tres. La cantidad es mayor en plantas

vigorosas y con exceso de fertilización nitrogenada. Este flujo de crecimiento debe detenerse para dar origen a la diferenciación floral. (Bañados *et al.*, 2007).

2.10.3. ESTADOS FENOLÓGICOS Y DE APERTURA DE YEMA FLORAL

Los estados de apertura de la yema floral, que se superponen en una sola planta, son:

- Yema floral latente
- Yema floral hinchada
- Punta verde (yema foliar) temprana.
- Rompimiento de yema floral.
- Punta verde tardía.
- Grupo de yemas florales apretadas
- Brotamiento de yemas foliares o expansión de tallos.
- Yema floral rosada temprana.
- Yema floral rosada tardía.
- Floración temprana.
- Plena floración
- Caída de pétalos.
- Fruto verde temprano.
- Fruto verde tardío.
- Fin de crecimiento de brotes foliares o expansión de tallos.
- Inicio de pintado de frutos.
- 10 por ciento azul.
- 25 por ciento azul.
- 75 por ciento azul.
- Brotamiento tardío de yemas foliares y formación de yemas florales.
- Cambio de color de hojas en otoño.

El arándano posee dos tipos de yemas, claramente distinguibles: yemas florales y yemas vegetativas o foliares. Las florales sólo contienen flores y son grandes, fáciles de distinguir, generalmente ubicadas en las zonas apicales de los tallos. Las yemas vegetativas son pequeñas y en forma de punta, localizadas debajo de las florales. Estas yemas se desarrollan principalmente en las ramas del último ciclo (año) de crecimiento,

y a medida que se desarrollan son más susceptibles al daño de heladas, bajo condiciones de clima templado. (Longstroth, 2012).

2.10.4. POLINIZACIÓN

La receptibilidad del estigma al polen varía entre 5 a 8 días. El crecimiento del tubo polínico es favorecido por temperaturas altas. Además, el número de semillas tiene una alta correlación con el tamaño final del fruto. (Rebolledo, 2013).

Rebolledo (2013) establece que el arándano necesita que sus flores sean polinizadas por insectos (polinización cruzada entomófila) para obtener fruta de mayor peso y tamaño. Aunque son hermafroditas y autofértiles, presentan características que determinan una baja autopolinización:

- Racimos colgantes, por lo que el polen cae y es incapaz de polinizar.
- Los estambres forman un círculo alrededor del pistilo hacia atrás.
- Sólo una pequeña sección del estigma es receptivo a los granos de polen.

(Gil, 2000).

Experimentos han demostrado que la polinización cruzada aumenta el tamaño del fruto. Bajo condiciones de invernadero, Huang y Lang (1995) demostraron que la polinización cruzada aumenta a 58.2% y 54.9% el peso de baya en plantas ‘Gulfcoast’ y ‘O’Neal’, respectivamente, comparado con autopolinización, lo cual está directamente relacionado con el aumento de número y peso de los óvulos completamente desarrollados.

2.10.5. FRUCTIFICACIÓN Y CRECIMIENTO DEL FRUTO

El porcentaje de fructificación varía desde un 50 a un 100 por ciento, dependiendo del cultivar. La caída de frutos ocurre de 3 a 4 días después de la floración, pero es poco común en los *highbush*. Cerca del 80 por ciento de las células de un fruto se forman antes de la floración (Gil, 2000; Eck, 1986).

Todas las especies de arándanos comerciales presentan un patrón de crecimiento describiendo una curva doble sigmoidea con tres etapas.

- La *primera etapa* es de división celular en el pericarpio, y dura de 25 a 35 días aproximadamente, dependiendo del cultivar y el ambiente. El fruto gana peso seco y presenta gran división celular. Al inicio de esta fase, la cantidad de células en un corte transversal es aproximadamente 7000.
- En la *segunda etapa* se da el desarrollo de la semilla, en específico el crecimiento del endospermo y del embrión. Dura aproximadamente 30 a 40 días.
- La *tercera etapa*, de 30 a 60 días manifiesta la elongación celular en el mesocarpio, el cambio de color de verde a azul y la acumulación de azúcares. Al final de esta fase, la cantidad de células del corte es aproximadamente 9000.

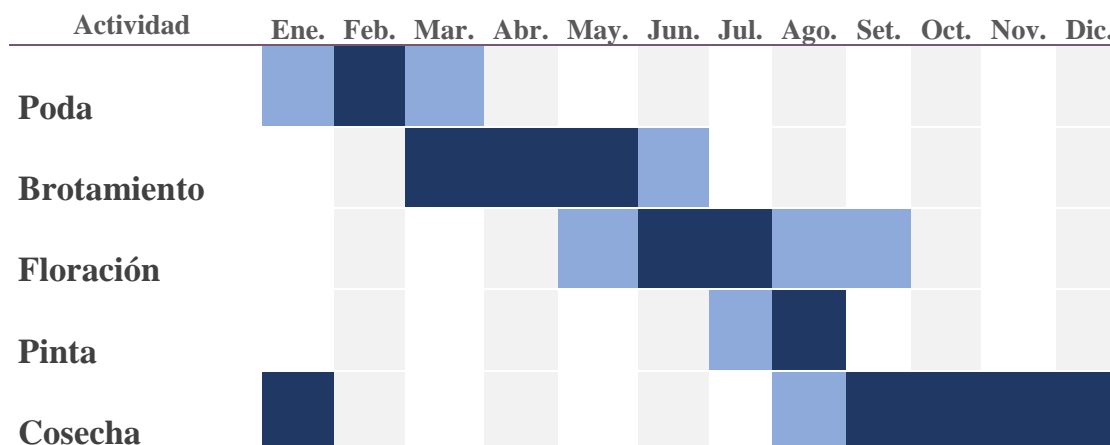
El crecimiento del fruto se debe mayormente al crecimiento de sus células, y en menor medida al aumento de ellas. (Caro-Medrano & Darnell, 1997)

La maduración del fruto engloba cambios específicos en azúcares y ácidos específicos. La baya se ablanda debido a la actividad enzimática en la pared celular. Hay diversos estudios que sugieren que el fruto es climatérico, principalmente en la tercera fase de crecimiento (Windus *et al*, 1976), no obstante, también hay evidencia que lo contradice (Frenkel, 1972).

2.10.6. FENOLOGÍA BAJO CONDICIONES DEL PERÚ

No existe literatura científica sobre la fenología del cultivo del arándano bajo nuestras condiciones, ya que el cultivo ha sido introducido recientemente a nuestro país. Sin embargo, muchos predios agrícolas ya notifican una regularidad temporal en las fases fenológicas. La fenología necesita basarse en la ubicación de la etapa de fructificación – en otras palabras *la cosecha* – para obtener los mayores retornos económicos gracias a la ventana comercial –entre setiembre y octubre; para ello, *la poda* es la actividad fundamental. Estas etapas muchas veces se muestran simultáneamente. La poda marca el inicio del ciclo productivo del arándano, generalmente se realiza a finales de febrero e inicios de marzo, pero puede adelantarse a enero, dependiendo del predio. Posterior a un mes, las ramas podadas empiezan a brotar. La planta sigue brotando constantemente hasta que inicia la floración, tres meses después de haber iniciado el brotamiento. La cuaja y pinta inician dos meses después. La cosecha dura potencialmente seis meses, desde agosto a enero. La planta puede cosecharse potencialmente todo el año, debido a que la planta se

encuentra en constante brotamiento y floración. No obstante la poda *reinicia* el ciclo al inducir el nuevo brotamiento de las plantas. El calendario utilizado en Perú a la fecha es el siguiente:



CUADRO 2: Fenología del arándano en Perú. Fuente: Elaboración propia.

2.11.MANEJO CULTURAL

2.11.1. FACTORES QUE REGULAN EL RENDIMIENTO

Retamales & Hancock (2012) establecen que, al igual que en cualquier cultivo comercial, el rendimiento (Y , de *Yield*, “Cosecha” en inglés), expresado en unidades de masa por área, puede ser hallado por medio de una ecuación, como el producto de la Radiación Fotosintéticamente Activa, PAR , que la planta recibe en un periodo determinado de tiempo (I_0); la fracción de la PAR aprovechada por la planta durante la fotosíntesis (F_{PAR}); la eficiencia con la que se transforma dicha energía luminosa en biomasa (E); y la fracción de esta biomasa traslocada al producto económico, en este caso el fruto, conocido como índice de cosecha (H).

$$Y = I_0 \cdot F_{PAR} \cdot E \cdot H$$

Las prácticas culturales que se realizan en el arándano – Uso de sombras artificiales, riego, fertilización, polinización asistida, uso de reguladores de crecimiento, poda.; etc. – deben buscar maximizar cada componente para conseguir mejores rendimientos, a pesar del ambiente y de la calidad genética de la planta misma. (Retamales & Hancock, 2012).

2.11.2. RIEGO

La demanda de agua está en función de la densidad de canopia y método de riego a usar. (Holzapfel *et al.*, 2004). Se ha demostrado que el riego localizado conlleva una diferencia substancial de calidad y de producción, debido a la superficialidad de sus raíces (Abbott & Gough, 1986).

Uribe (2013) menciona que el rendimiento de plantaciones con riego localizado aumenta en un 43 por ciento. Recomienda un potencial hídrico de 10 cb para resultados óptimos. En cuanto a agua aplicada, el arándano responde dependiendo del cultivar y principalmente de la edad de la plantación. Además recomienda el riego por goteo como el método idóneo de riego localizado.

Holzapfel *et al.* (2004) analizaron la respuesta de dos tipos de sistemas de riego – por goteo y por *microaspersión* – y distintas láminas de riego basadas en porcentajes de Evapotranspiración de Referencia (ET_0), desde 20 a 133 por ciento, en el cultivar Bluetta durante 7 años en Chillán, Chile. Se concluye que el arándano aumenta de rendimiento a medida que aumenta el porcentaje. Además que concluye que el método de riego influye considerablemente en el rendimiento, ya que salvo los dos primeros años, el rendimiento de plantas con microaspersión son largamente mayores a plantas irrigadas por goteo.

Además, Holzapfel *et al.* (2014) realizaron un experimento similar. Durante dos temporadas estudiaron los efectos de la cantidad de laterales (líneas de cintas de riego por goteo) y la frecuencia del riego en el rendimiento del cultivar Brigitta bajo condiciones de la Región de Bío-Bío en Chile a una única lámina – 532 mm por campaña, de 90 a 122 por ciento de la Evapotranspiración de cultivo (ET_C). Determinaron que plantas regadas con cuatro laterales de goteros poseen mayores rendimientos que seis o dos laterales. En cambio, la variación por la frecuencia (riego cuatro días a la semana comparado con riego seis días a la semana) no presenta una diferencia estadística notable.

2.11.3. FERTILIZACIÓN

El método más utilizado para la fertilización en los últimos diez años alrededor del mundo ha sido el de *fertirrigación*, que combina técnicas de irrigación con fertilización. Incluso se ha innovado con la automatización mediante programas especializados. (Vidal, 2003).

El nitrógeno es el principal componente de los programas de fertilización y principal limitante en el suelo debido a su escasez en los suelos. Esto se hace más crítico en la etapa de crecimiento vegetativo (Vidal, 2003). El nitrógeno en dosis adecuadas mejora el crecimiento y vigor de la parte aérea y radicular de la planta, aumenta la producción floral y crecimiento frutal; pero en dosis muy altas produce exceso de vigor, induce mayores problemas sanitarios, fruta blanda y mayor presencia de malezas (Hirzel, 2013). Las concentraciones de este y otros elementos en las partes de la planta varían notablemente con el tiempo. (Vidal, 2003).

Las dosis de fertilización nitrogenada varían mucho, según las condiciones ambientales y la edad de la planta. Sebastián (2010) reporta dosis de 8 a 58 kg/ha de N, aumentando consistentemente cada año, del primero al octavo, en suelos arcillosos y francos de pradera en Cantabria, España, vía fertirriego, para *V. corymbosum*. Para plantas de 12 años de *V. angustifolium* (bajos), Maqbool *et al.* (2016) reportan que una dosis de 35 kg/ha de N, conjuntamente con 40 kg/ha de P y 30 kg/ha de K en una sola aplicación al suelo, conlleva a un aumento de 13 por ciento de rendimiento comercial, llegando a 4000 kg/ha, respecto al testigo (20, 10 y 15 kg/ha de N, P y K, respectivamente). Hirzel & Rodríguez (2008) reportan que una aplicación de 40 kg/ha de N en total por campaña permite, bajo condiciones de Chillán, sur de Chile, rendimientos de hasta 10 000 kg/ha para *V. corymbosum*. No obstante, bajo condiciones de Florida, en cultivo sobre camas de corteza de pino, el arándano requiere de 50 hasta 81 g/planta de N, que equivaldría de 200 a 324 kg/ha de N (a 4000 plantas/ha), posiblemente porque el material no aporta dicho elemento, incluso evita que esté disponible para la planta (Williamson & Miller, 2005; Hirzel, 2013). Hirzel (2013) reporta proliferación de malezas a tan sólo 130 kg/ha.

En el arándano en particular, es necesario considerar cuál es la forma asimilable del nitrógeno. Este elemento se absorbe principalmente en su forma amoniacal (NH_4^+), lo cual debe considerarse en los planes de fertilización. El ion Nitrato (NO_3^-) es lixiviado y

poco aprovechado por la planta (Retamales & Hancock, 2012). Sin embargo, Crisóstomo *et al.* (2014), que menciona que una relación en el cv. Biloxi (a pH 5 solución nutritiva) de $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ de 0/100, atípico de suelos ácidos originarios del arándano donde predomina la forma amonio, permite mayor desarrollo vegetativo del arbusto. Esto demostraría que el arándano puede absorber ambas formas del nitrógeno y que la importancia de la forma amonio radica en la disminución de pH del suelo (Vidal, 2003).

El fósforo es un elemento de suma importancia para el crecimiento radicular, acumulación de reservas y mejoramiento de la floración (Hirzel, 2013). Hart *et al.* (2006) recomiendan dosis de aplicación muy distintas, dependiendo de la concentración foliar de fósforo (a) de 67 a 45 kg/ha de P para plantas con menos de 0.07 por ciento, (b) de 0 a 45 kg/ha para plantas con 0.08 a 0.10 y (c) 0 kg/ha para plantas con más de 0.10 por ciento.

El potasio es vital para, (a) aumentar el rendimiento, (b) mejorar la calidad del fruto (calibre, firmeza, sabor y aroma de las bayas). Además le permite mayor resistencia al estrés hídrico y por frío, y a problemas sanitarios. Su exceso produce partición de frutas (Hirzel, 2013). Hart *et al.* (2006) recomiendan dosis de aplicación de (a) de 84 a 112 kg/ha de K para plantas con menos de 0.20 por ciento de concentración foliar, (b) de 0 a 84 kg/ha para plantas con 0.21 a 0.40 y (c) 0 kg/ha para suelos con más de 0.40 por ciento.

El calcio tiene como función mejorar el calibre y cuaja de frutas, aumentar resistencia a problemas sanitarios y mejorar calidad postcosecha (Hirzel, 2013). Hart *et al.* (2006) recomienda un porcentaje foliar de 0.41 a 0.8.

Al ser resistente a pH bajos, el arándano puede acumular aluminio en sus tejidos. Yang *et al.* (1996) demostraron que el aluminio en grandes concentraciones (600 μM) reducía significativamente la absorción de otros nutrientes, tanto en tratamientos con o sin micorrizas, en ambos de los sustratos (arena y suelo), pero el aluminio es rápidamente acumulado en las hojas, de tal manera que sus efectos no tan graves como en las plantas que no son resistentes a altas concentraciones del elemento. Spiers (1990) demostró que en el arándano *ojo de conejo* hay sinergia en la absorción de aluminio y manganeso, y que a dosis altas de manganeso, el vigor de la planta aumentaba conforme aumentaba las concentraciones de aluminio.

2.11.4. USO DE COBERTURAS DE SUELO

El uso de *mulch* es en muchos casos beneficioso para el cultivo de arándano, ya que evitan la pérdida de agua del suelo, debido a la superficialidad de las raíces (Sebastián, 2010). Clark & Moore (1991) concluyen que el uso de *mulch* de aserrín de pino en un suelo arcillo arenoso en plantas *Southern* aumentan el rendimiento considerablemente.

Cruzat y Mancilla (2010) al analizar parámetros como velocidad de crecimiento vegetativo, altura de planta y volumen radicular, concluye que el uso de residuos de actividades de cosecha y manufactura de productos como el alperujo (residuo del proceso del aceite de oliva), el orujo de uva, el sarmiento picado y la cascarilla de arroz son una alternativa frente a la mezcla comúnmente usada de suelo y aserrín (1:2). El autor sugiere que es una alternativa interesante para lugares con suelos con pocas posibilidades naturales de producción.

Además, el uso de *mulch* viviente en temporada de invierno o verano es adecuado entre surco de plantas. Plantas anuales como el centeno (*Secale cereale* L.) o forrajeras como el *ryegrass* (*Lolium multiflorum* Lam.) son adecuadas para el verano; y para el invierno el mijo perla (*Pennisetum glaucum* (L.) R. Br. Este último posee efectos alelopáticos contra la maleza. (Patten *et al*, 1990).

El uso de coberturas sintéticas, como por ejemplo coberturas de polietileno es más práctico a escala comercial. Se recomiendan instalarlas previo a la plantación y posterior a la instalación del sistema de riego (Sebastián, 2010). Su uso aumenta el peso seco de las raíces en mayor medida que las plantas Ojo de Conejo con coberturas orgánicas, reportan Creech *et al*. (1990). Bajo nuestras condiciones, dichas coberturas son las más utilizadas.

2.11.5. MANEJO FITOSANITARIO

Existen diversos problemas sanitarios registrados en nuestro país, pero poca investigación respecto al tema. No obstante la falta de literatura en nuestro medio, El Servicio Nacional de Sanidad Agraria ya posee un protocolo para la importación de plantas y cuarentena de plagas y enfermedades en el arándano (*Vaccinium* sp.), mediante Informe ARP N° 040-2014-MINAGRI-SENASA-DSV/SARVF, disponible en <http://www.senasa.gob.pe/senasa/wp-content/uploads/2014/12/31.pdf>

La plaga de mayor importancia que ha sido reportada en el país es la denominada *gallinita ciega*, nombre común para diversas especies de la familia Scarabaeidae (Orden Coleoptera), cuyo estado larval vive en el suelo y se alimenta de las raíces del arándano, principalmente de plantas jóvenes. Estas heridas producen debilitamiento general de la planta, incluso puede llegar a matar plantas. Se deben controlar antes de la plantación, con un correcto laboreo y aplicaciones de insecticidas al suelo (Cisternas, 2013).

La principal plaga comedora de follaje en nuestras condiciones es *Heliothis (Helicoverpa) virescens* Fabricius (Orden Lepidoptera). El adulto se alimenta de polen y néctar. Su actividad es principalmente nocturna, desde el ocaso. Posterior a su eclosión, las larvas se alimentan de hojas tiernas, flores y frutos. Se recomienda la aplicación de Spinosad o Spinetoram como control químico (Wilk *et al.* 2016). Aún no hay una investigación al respecto bajo las condiciones peruanas.

Se ha reportado la plaga *Cryptocephalus* sp. (Orden Coleoptera) en algunos fundos de la irrigación Chavimochic. Esta plaga es saprófita en fase larval y en fase adulta se alimenta de las hojas flores, frutos y principalmente de brotes jóvenes, que son raspados hasta quebrarse y caen. Este insecto se presenta bajo nuestras condiciones como una posible futura plaga clave en el manejo del arándano, y requiere de mayor investigación. (Carbajal, 2017³; Sánchez-Reyes, 2015).

Otro daño grave en nuestro medio es el causado por aves nativas del lugar del cultivo, que consumen el fruto cuando empieza a madurar. La única manera de control de alta efectividad en nuestro medio es el uso de mallas protectoras, debido a las restricciones

3. Carbajal, C. 2017. (Correspondencia Personal). Trujillo, PE.

que evitan el control directo de las aves, en especial las certificaciones internacionales de calidad. (Larraín *et al.* 2007).

En cuanto a enfermedades cabe resaltar a la *podrición radicular* causada por *Phytophthora cinnamomi* Rands, que produce muerte de raíces y, por consiguiente, clorosis y necrosis foliar, menor crecimiento, muerte de brotes y puede ocasionar la muerte de la planta. Su incidencia aumenta en sitios con poco drenaje y riego excesivo. Puede ser introducida desde vivero, desde el agua de riego o el suelo mismo. Su manejo se basa en el uso de fungicidas como metalaxyl o fosetil aluminio, o mezclas de metalaxyl y mancozeb (Ridomil ®); o el manejo de la humedad debido al riego. (France, 2013; Crane & Davies, 1988; DeFrancesco *et al.*, 2013). Huayhua (2016), en su Tesis de Pregrado, sostiene que la aplicación de Fosfonato de Potasio (Nombre comercial Fitopron) a nivel radicular y foliar en conjunto con una aplicación posterior de Fosfonato de Potasio y Cobre (Nombre comercial Fosfalexin).

Otra enfermedad de alta presencia en nuestro país es la *podrición gris de flores y frutos*, causada por *Botrytis cinerea* Pers.:Fr. (Fase asexual de *Botryotinia fuckeliana* (de Bary) Whetzel. En las flores empieza con un tizón leve y posteriormente se forma un micelio gris, que caracteriza a la enfermedad, en el fruto sólo se forma dicho micelio, que evita su comercialización. Su control se basa en el manejo de la humedad y aplicación de productos fungicidas, tales como Captan 80 WG o Iprodione (Nombre comercial Rovral 50 PM), que se deben aplicar antes de la floración (France, 2013; DeFrancesco *et al.*, 2013).

2.11.6. USO DE INSECTOS POLINIZADORES

El arándano requiere de polinización entomológica para que las bayas posean mayor tamaño y peso, a pesar de poseer flores hermafroditas, por características botánicas propias como la ubicación y receptividad de las partes florales. Además el tamaño de las bayas está relacionado con el aumento de semillas por fruta (Retamales & Hancock, 2012).

Rebolledo (2013) recomienda el uso de 6 a 10 colmenas de abeja común (*Apis mellifera* Linnaeus) por hectárea en la fase de apertura floral (5 a 10 por ciento de flores abiertas). Por otro lado, Eaton & Murray (1997) recomiendan desde 12 colmenas, y argumentan que hay una correlación entre el rendimiento de cosecha y la cantidad de abejas (polinizantes) presentes; por último sugiere que la abeja común es un excelente apoyo cuando la zona de cultivo no ofrece las condiciones naturales (clima y vegetación natural) para que prosperen polinizantes silvestres.

En cuanto al uso de especies silvestres, se ha reportado en Chile la crianza de la especie *Bombus terrestris* Linnaeus para fines de polinización. A pesar de su baja capacidad de vuelo (150 m frente a 5 km de una abeja común), se le utiliza por su rusticidad. Se recomienda un mínimo de 10 colmenas por hectárea (Rebolledo, 2013).

La polinización cruzada aumenta la cuaja en casi todas las especies de arándano, incluso en las mejoradas, pero es muy notorio en especial en las menos domesticadas, como *V. arboreum* Marsh. El cruce entre especies también aumenta la cuaja comparado con la autopolinización (Chávez & Lyrene, 2009). Existe evidencia que a más veces se poliniza una flor de arándano, aumenta la cantidad de semilla por fruto (Wenslaff & Lyrene, 1990).

2.11.7. USO DE REGULADORES DE CRECIMIENTO

Las hormonas vegetales son utilizadas para favorecer ciertos aspectos del cultivo intensivo, en este caso se verá el efecto de las principales formas de las hormonas en el arándano comercial.

El Ácido Indolbutírico es un tipo de auxina que es usada para favorecer el enraizamiento de partes vegetativas en nuevos sustratos. Fischer *et al.* (2016) estudiaron su efecto en estacas de dos cultivares de arándano *ojo de conejo*, 'Bluegem' y 'Powderblue'. Sin embargo no encontraron un efecto significativo después de 120 días de experimento, comparándolas con el testigo sin aplicar.

Se ha probado el uso de reguladores del crecimiento como el folchlorfenuron (CPPU), del tipo Citoquinina, para mejorar la calidad y rendimiento de frutos en el cultivar Elliot, bajo condiciones de la VIII Región de Bío-Bío en Chile. Se demostró que aplicaciones de 10 ppm de CPPU poseen efectos estadísticamente superiores a 5 ppm y 0 ppm en cuanto a peso de fruta y diámetro ecuatorial, por lo que se recomendaría su uso. (Contreras, 2010)

El uso del Ácido Giberélico se ha destinado en zonas de altas latitudes para incrementar el cuajado del fruto y reducir el efecto del daño por frío, junto con cianamida hidrogenada (Dormex ®) en arándanos ojo de conejo (Retamales & Hancock, 2012). La aplicación en floración plena de GA₃ mejora la cuaja significativamente. (Mullinix *et al.*, 1996).

En particular para el arándano, hay pocos estudios sobre el raleo químico floral, sin embargo, el *sobrecultivo* o exceso de cosecha es un problema habitual en el arándano (Black & Ehlenfeldt, 2007). Además, el interés del mercado por frutas de mayor calibre permitió el avance de los estudios de dicha actividad.

En un estudio realizado por Black & Ehlenfeldt (2007) se analizó el efecto del Ácido Giberélico GA₄₊₇ en la poda química de plantas de un año en vivero del cultivar Bluecrop, arándano alto del norte. La dosis más alta, de 400 mg L⁻¹, logró un grado mayor de reducción de flores, pero conllevó a una reducción de yemas vegetativas y el tamaño de planta. En plantas ojo de conejo de ocho años, cv. Tifblue, los frutos de plantas tratadas con benziladenida (BA, un tipo de Citoquinina), carbaryl (N-metilcarbamato, del grupo

de compuestos conocidos como Carbamatos), y ácido naftalenacético (NAA, un tipo de Auxina), durante dos campañas, a 10 o 20 días antes de la caída de la corola floral. Dosis de carbaryl de 600 ppm presentan mejores calibres que dosis de carbaryl + BA (400ppm + 25ppm), carbaryl + GA₃ (400ppm + 50ppm) o GA₃ (50 ppm). Sin embargo, en cuanto al cuajado de fruto es el mayor en el testigo no aplicado.

Panicker (1998) señala que la aplicación de Paclobutrazol y Ácido Abscísico en las partes florales del segundo *flujo* de crecimiento. Argumenta que mientras más alta la concentración de la aplicación, mayor es la respuesta de la resistencia. Las yemas más tardías mostraron menor resistencia que las más tempranas.

En algunas variedades de arándano alto del sur, el escaso desarrollo de yemas foliares puede ser un problema en diversas ubicaciones. La experiencia con Dormex ® (Cianamida hidrogenada al 50%) concluye que su uso aplicado al 2% sí tiene efectos positivo en el brotamiento de la yema foliar, aplicado después de la temporada de frío, o en casos de experimento, después del forzado. Sin embargo tiene efectos adversos a partir que la yema floral se encuentra a punto de florecer. No obstante, el uso de Dormex en el arándano aún no está del todo estudiado (NeSmith & Krewer, 1998).

2.11.8. SOMBRA ARTIFICIAL Y ESTRUCTURAS DE PROTECCIÓN

Ya que el arándano es natural de zonas boscosas, es claro que se ha desarrollado en zonas de baja intensidad luminosa. De hecho, dentro de la planta misma, hay una notable diferencia entre la radiación que llega a la parte alta y baja de la canopia, lo que conlleva a una menor floración en las partes con menor acceso de luz (Yáñez *et al.*, 2009). Es por ello que se han realizado diversos estudios respecto al uso de estas estructuras y su efecto en el rendimiento y la calidad del cultivo.

Retamales *et al.* (2008) concluye que el uso de sombra artificial al 35 y al 50 por ciento con mallas de colores gris rojo y blanco, mas no el negro, tiene un aumento significativo en el aumento del rendimiento del cultivo, en condiciones de Linares, Chile. Sin embargo no encontraron efecto en la calidad del fruto, como tamaño y sólidos solubles. Lobos *et al.* (2009) concluyen en su investigación que establece que un mayor porcentaje de sombra mayor a 50 por ciento, los rendimientos y la calidad de la baya decrecen.

Asimismo, el uso de estructuras como túneles altos ha mostrado resultados positivos en el rendimiento y la precocidad de la cosecha en el arándano, debido al aumento de la temperatura y a las condiciones particulares de luz debajo de la estructura. (Retamal, 2014).

2.11.9. COSECHA

La cosecha de la baya es uno de las actividades más importantes en el proceso productivo, debido a la delicadeza de la baya. Gran parte del aspecto de postcosecha se define en esta actividad. Se requiere realizar la actividad con sumo cuidado, utilizando diversas estrategias para evitar el daño por el sol. El momento de la cosecha (Índice de Cosecha) debe realizarse cuando la baya adquiera una coloración azul completa. A pesar de ser un fruto climatérico, se recomienda cosechar cuando la baya llega a este punto, porque las características organolépticas del producto serán superiores. (Defilippi *et al.*, 2013).

La frecuencia de cosecha depende del cultivar sembrado, de la ubicación de la plantación, del tiempo y medio de transporte (Zapata *et al.*, 2013). En Asturias, por ejemplo, este proceso se prolonga de tres a cuatro meses (Carrera, 2012).

En un estudio realizado en La Araucanía, Chile, se analizó la calidad postcosecha de la baya en relación al cultivar (tempranos – tardíos), tiempo de permanencia en el huerto postcosecha y momento de cosecha (mañana o tarde). Se concluyó que a mayor tiempo en el huerto postcosecha, mayor pérdida de peso. Lo mismo sucede con las cosechas durante la tarde y con cultivares más tempranos (Figueroa *et al.*, 2010).

La mecanización de la cosecha aún no se ha dado en nuestro medio. Brown *et al.* (1996) diseñaron un método para obtener bajo condiciones de Estados Unidos, un método que obtiene hasta 68 por ciento de fruta comerciable, cercano al 77 por ciento registrado como promedio manual, y mucho más alto que el 22 por ciento promedio mecánico. El daño principal se presenta por la caída de las bayas a más de 15 cm de altura cuando se cosecha.

2.11.10. POSTCOSECHA Y CALIDAD DE FRUTA

El arándano no se cosecha como otras especies climatéricas. Hay gran variabilidad de respuesta en postcosecha entre los cultivares de arándano, pero todos son altamente perecibles. Por general en la mayoría de las variedades de arándano alto, a 0° la respiración es de 3 mL de CO₂ kg⁻¹ h⁻¹; a 10° es de 9 y a 20° es de 34; por lo que se debe tener en cuenta estos valores al momento del transporte (Universidad de California, 1998).

El fruto es pequeño a comparación de otros frutos como una manzana, por lo tanto posee una mayor relación área superficial/volumen. Esto conlleva a que sea más susceptible a la deshidratación, sin embargo tiene como ventaja un menor tiempo de enfriamiento. La fruta posee cera en su cutícula, que evita la deshidratación. Por lo tanto, se debe priorizar la mantención de dicha cera para evitar pérdida de calidad. (Defilippi *et al*, 2013).

Existen diversos métodos para aumentar la preservación de la fruta y la vida en anaquel, mediante la eliminación del inóculo de enfermedades postcosecha. La irradiación de rayos de electrones no ha dado resultados positivos en el arándano debido a la pérdida de sabor y textura al aumentar la dosis (Miller *et al.*, 1995). El uso del gas dióxido de cloro es contraproducente debido al aumento de la pérdida de humedad (Ahmedullah *et al.*, 1990). Patterson *et al.* (1990) concluyen que una correcta mezcla de gases (dióxido de carbono, oxígeno y nitrógeno) aumenta la vida en anaquel sin aumentar la tasa de fermentación ni producir efectos tóxicos.

La calidad de la fruta se divide en tres aspectos: Visual, Organoléptica y Nutricional. La Calidad Visual se divide en cinco sub aspectos en la baya: Uniformidad de color, Presencia de cera en la cutícula (denominado *bloom* en inglés), Ausencia de defectos de daño mecánico y pudriciones (Sanidad), Forma y Tamaño, y Firmeza. La Calidad Organoléptica reside en el contenido equilibrado de azúcares, ácidos y volátiles que son percibidos por nuestros sentidos. La Calidad Nutricional se refiere al contenido balanceado de vitaminas, minerales y antioxidantes en la fruta.

Por lo general, en la industria de fruta fresca, los índices más usados son el color, forma, tamaño, sanidad, sabor y firmeza. (Defilippi *et al.*, 2013).

2.12. PODA EN EL ARÁNDANO

La poda consiste en la remoción ordenada e intencional de una parte de la planta, comúnmente ramillas y brotes. Tiene por objetivo mantener el equilibrio entre el crecimiento vegetativo y la producción de fruta de calidad a través del tiempo, además de preservar la calidad del arbusto como unidad productiva. Se fundamenta en un principio básico de la producción del arándano: cortar para generar nueva madera productiva (Strik *et al.*, 1990)

La poda es un aspecto fundamental en la producción comercial de fruta en el arándano. Mientras los arándanos altos del norte generalmente requieren de una poda de invierno, época en la cual las yemas se encuentran latentes, los arándanos altos del sur reciben una poda invernal y otra estival, posterior a la cosecha; en otros casos únicamente la segunda.

En aspectos generales, la poda puede reducir el rendimiento por planta, pero se obtiene mejor tamaño y calidad de fruta. Puede alargar la vida de plantaciones y evitar problemas fitosanitarios. (Bañados *et al.*, 2009; Retamales & Hancock, 2012).

Para podar se debe considerar otros aspectos importantes como el tipo de brote que emerge en el arándano, el cultivar de la planta y el calibre de la rama a podar (Bañados *et al.*, 2007). Bañados (2005) menciona que el número de cañas y ramillas establecerán el rendimiento de la campaña, y esto viene condicionado por la intensidad de la poda y cuantas yemas por caña están disponibles. Si el número es bajo y se poda intensamente, la cosecha será errática. Determinar el calibre de la rama para podar es necesario para evitar eliminar ramas innecesariamente, ya que dichas ramas pueden producir fruta para las siguientes temporadas.

Los cortes se hacen de dos tipos:

- Despuntadores, que eliminan las puntas de las ramas hasta que se llega a la madera de un año; y,
- Eliminadores, que eliminan la rama desde su origen. (Williamson *et al.*, 2014).

Se recomienda no usar tijeras de hojas anchas ni de punta para viñedos, ya que los cortes no se harán rápidos, lo que ocasionará una entrada fácil para los patógenos. Se requiere de guantes para evitar lesiones y de un desinfectante diluido –permanganato de potasio, hipoclorito de sodio, etanol; etc., para evitar propagar enfermedades. Para ramas mayores, se recomienda usar tijeras de brazo largo. (Rebolledo, 2013).

2.12.1. PODA DE PLANTAS JÓVENES

Para condiciones normales del cultivo, la poda de plantas jóvenes se realiza desde el primer hasta el cuarto año (Eck, 1988). No obstante, bajo condiciones peruanas, la poda juvenil se realiza sólo el primer año o incluso no se realiza.

Se recomienda eliminar las yemas florales en el primer año y se reduzcan a dos o menos *clústeres* o racimos frutales por planta al segundo y tercer año en arándanos altos del norte. En arándanos altos del sur, se recomienda una poda suave (dejar tres a cuatro ramas vigorosas sin podar) o no podar. Plantas correctamente podadas deberán tener de 10 a 20 ramas. (Retamales & Hancock, 2012). Este manejo en plantaciones de zonas templadas permite que no exista un desgaste en las plantas, traducido en un menor peso seco de raíces, coronas y tallos. (Strik & Buller, 2005).

Dejar plantas sin podar durante los primeros años puede originar madera muy delgada y arbustiva a nivel del cuello de la planta, por lo que conduce a su crecimiento errático. Por ello recomienda que se eliminen ramitas delgadas y débiles, y dejar ramas vigorosas. San Martín (2009) recomienda dejar ramas florales a partir del tercer año.

Strik *et al.* (1990) menciona que se debe centrar la poda en eliminar ramas bajas para que no crezca fruta en el suelo y dar forma al arbusto, de preferencia en “V”. La carga frutal en exceso en los primeros años afecta en gran medida el crecimiento. Se debe eliminar toda la fruta cuando la planta tiene poco vigor, para que la planta se estimule a crecer vegetativamente.

2.12.2. PODA EN PLANTAS ADULTAS O DE PRODUCCIÓN

Las plantas en producción reciben determinado tipo de poda en función a la estación, función y ubicación geográfica del campo productivo. La poda tiene efecto desde que se realiza, independientemente de si la poda realizada en la campaña actual es diferente a la realizada en años previos, sin embargo sí tiene efectos si se realiza de manera diferente en años sucesivos (Strik *et. al.*, 2003).

Los pasos básicos que se deben seguir en la poda de producción son:

- Eliminar ramas bajas para evitar que crezca fruta en el suelo,
- Quitar ramas enfermas y delgadas para evitar problemas sanitarios,
- Quitar exceso de ramas productivas para mejorar calidad de fruto, y,
- Dar forma al arbusto, para permitir la entrada de luz a la planta (Strik *et al.*, 1990)

Bañados (2005) explica que para podar se requiere tener en cuenta la cantidad de yemas por hectárea para realizar una correcta poda. Si se tiene en cuenta que cada yema floral origina un promedio de 6 frutos (varía con el cultivar y el ambiente), se podría calcular un rendimiento potencial (sin contar el efecto de posibles problemas sanitarios o climáticos) con la siguiente ecuación:

$$Rp = Mb * p * r * y * f * 10^{-6}$$

Donde Rp sería el rendimiento potencial en toneladas por hectárea. Mb el peso promedio de una baya, que oscila entre 1.3 y 1.8 según la autora. El valor de p sería la cantidad de plantas por hectárea o densidad de siembra, usualmente entre 6667 y 3333 (0.5 x 3 m o 1.0 x 3 m), r el número de ramas por planta, y el número de yemas por rama (por lo general entre 6 y 8) y f la cantidad de frutos por yema, en este caso 6. Por ejemplo, en una plantación de 6667 plantas, para cultivares con tamaño de baya mediano (peso de baya 1.3), y al dejar 8 yemas por rama, podemos obtener 18 toneladas con 43 ramillas por planta. Asimismo, para un cultivar de baya grande (1.8 mm), se necesitarían sólo 31 ramillas.

a. PODA DE INVIERNO

Esta poda se realiza en zonas de clima templado, que corresponden a las áreas comercialmente tradicionales del arándano. Las mejores cosechas se obtienen con podas que logren que el 50 a 70 por ciento del total de ramas sean de cuatro a seis años, no obstante es importante no eliminar madera del año anterior para las próximas cosechas y ramas más viejas para soporte. Se debe tener en cuenta eliminar las ramas más largas para buscar la entrada de luz en el centro de la planta. Se recomienda realizar la poda durante el invierno, cuando las ramas están latentes, para que la labor surta mayor efecto. (Retamales & Hancock, 2012)

En el Michigan, Estados Unidos, zona productora de arándanos por excelencia, los cortes son *eliminadores*, mientras que en Chile se centra en *despuntar* para buscar un equilibrio vegetativo y floral. El efecto de la poda en el año inmediato puede ser desfavorable en cuanto al rendimiento, pero en los años posteriores la producción se reestablece y aumenta el tamaño y peso de fruta. (Retamales & Hancock, 2012; Williamson *et al.*, 2014).

Strik *et al.* (2003) probaron el efecto de tres tipos de podas con los cultivares Bluecrop (1996 – 2000) y Berkeley (1996 – 1998) en Oregón, US.: convencional o fuerte – eliminación de ramas improductivas y recorte de ramas de un año; una poda ligera o rápida, donde se eliminó entre una o dos ramas improductivas; y un testigo no podado. Concluyó que el rendimiento es mayor en el testigo no podado, hasta un 102 por ciento, pero la poda convencional posee fruta de 19 a 27 por ciento más grande. Además, el rendimiento de las plantas podadas aumentó en los años sucesivos, a diferencia del testigo no podado. Por otro lado, la época de cosecha comenzó cinco días antes en las plantas podadas comparadas con las no podadas, cuyo pico de producción es mucho más marcado conforme avanzan los años. No se ha demostrado que la poda tenga efecto en el porcentaje de brotes reproductivos. La poda rápida mostró valores intermedios. La poda reduce la concentración global de Nitrógeno en la planta, en ambos cultivares.

Pavlis (2008) comenta que, bajo condiciones de Nueva Jersey, US, podas ligeras – eliminar una de cada seis ramas – proveen mayores rendimientos y pesos de fruta que podas muy severas o no podar. El autor explica, basado en su experiencia, que podar en exceso produce más cañas, pero no se traduce necesariamente en mayor rendimiento

posterior. Establece dos criterios de poda a seguir según el tipo de cultivar. Para cultivares de hábito abierto – ramas más dispersas y echadas, se debe enfatizar en dirigir los cortes para que la planta crezca hacia arriba; para los de hábito erecto, se debe eliminar ramas centrales para que la luz llegue a la parte interior.

Palma (2004) realiza un experimento para conocer los efectos de la poda a finales del invierno austral (primeras semanas de setiembre en la temporada 2003/2004 en Linares, VII Región de Maule, Chile) con arándano alto del sur cv. O’Neal. Probó un testigo sin podar, una poda básica – remover madera de seis años de edad, una poda de detalle – remover ramas laterales, y una poda combinada – Aplicar las dos podas anteriores a la vez. Concluye que la poda redujo drásticamente el rendimiento, pero no afectó ni el tamaño de fruta ni la cantidad de sólidos solubles de manera significativa. La poda adelantó el periodo de cosecha comparado con los testigos no podados.

Jorquera-Fontena *et al.* (2014) realizaron un experimento en podas durante el invierno austral del 2009 y 2010 en el arándano alto del norte cv. Brigitta en plantas de cuatro a cinco años en La Región de la Araucanía, Chile. Concluyeron la producción en los dos años siguientes aumenta si se disminuye la intensidad de la poda, el segundo año más que el primero, llegando a ser 2.6 veces el rendimiento de una poda severa. El número de frutos aumenta incluso más, debido a que a mayor carga frutal, menor será el peso de una baya. No obstante, a mayor severidad, la canopia (área foliar) aumenta considerablemente. Por ello la poda más severa tiene mayor peso de baya y concentración de azúcares, comparadas a podas ligeras.

b. PODA DE VERANO

Se realiza tradicionalmente en arándanos altos del sur, después de la cosecha. Tradicionalmente es mucho más rápida y menos detallista que la poda anterior; y se utiliza para mantener el tamaño del arbusto (Retamales & Hancock, 2012).

A diferencia de la poda de invierno, la poda de verano (también se puede realizar en primavera) altera el crecimiento directamente, porque elimina ramas en pleno brotamiento, por lo tanto retrasaría la inducción floral y por consiguiente la época de cosecha. Por ello, también es denominada *Poda en Verde*. No reemplazaría a una poda de

invierno, solo la complementa. Tiene como objetivos reducir el exceso de vigor, retrasar la época de cosecha, eliminar ramillas que ya han producido y controlar el número de brotes por planta. Por dichas razones, debilitaría a la planta mucho más que una poda de invierno, sobre todo si se realiza anualmente (Bañados *et al.*, 2007; Wertheim, 2005).

Bañados (2005) comenta que esta poda requiere de conocimiento fisiológico mayor de la planta para saber el momento exacto en el cual podar. En el cultivar O'Neal, por ejemplo, se utiliza para reducir la floración después de la cosecha.

Bañados *et al.* (2009) probaron distintas fechas de poda de verano y su efecto en el crecimiento de tallos laterales, fecha de cosecha, peso de baya y formación de yemas florales en plantas de tres años de dos cultivares de arándano alto del sur – ‘O'Neal’ y ‘Star’ (V Región de Valparaíso, Chile; entre diciembre de 2006 y marzo de 2007), y en uno del norte – ‘Elliot’ (VIII Región de Bío-Bío, Chile; entre diciembre de 2004 y enero de 2005). Se concluyó que las podas más tempranas inducen mejor crecimiento lateral, más laterales por tallos principales y yemas florales que las tardías. El peso de baya mejora en ‘Elliot’ con las podas, mientras que en ‘O'Neal’ y ‘Star’ sólo cuando se poda en febrero, a mitad de temporada de verano. La poda de diciembre en estos últimos cultivares no retrasa la cosecha, a diferencia de las más tardías. Sin embargo, recomienda que la poda en los arándanos altos del norte se restrinja a ligeros cortes y a ramas muy vigorosas, posiblemente porque el costo/beneficio es bajo.

Por otro lado, bajo condiciones subtropicales, el arándano alto del sur se puede *adecuar* a un manejo de cultivo siempreverde. En este ambiente, la poda en verde reemplazaría a la poda de invierno, ya que no habría una época de reposo de las yemas y mantiene su crecimiento continuo (Gómez, 2010).

Gómez (2010) realizó estudios el hemisferio norte de poda de verano en plantas de dos años del cultivar Biloxi en clima subtropical sin reposo (Michoacán, México). El autor prueba distintas fechas de poda después de la campaña de cosecha - 23 de Mayo, 7 de Junio, 20 de Junio, 4 y 18 de Julio; y diferentes intensidades de poda: despunte del 10, 20, 30 y 50 por ciento del material vegetativo, poda regional (despunte ligero del 10 por ciento + aclareo de cañas) y plantas sin poda. Se evaluó brotes por planta, longitud de brotes, inicio de floración, periodo de flor a fruto, altura de planta, ancho de planta,

cantidad de tallos principales, número de hojas, longitud de inflorescencias, fruto por rama, calibre de fruto, producción y peso de fruto. Se concluyó que las podas a partir de julio poseen resultados menores en las variables vegetativas y productivas. Podas anteriores a dicha fecha no afectarían estas características. Sólo se muestra un *pico de producción*. La poda extiende el período de cosecha desde Enero a Mayo. En cuanto al tipo de poda, mientras más ligera la poda más alto el rendimiento y menor el calibre de fruta. Para obtener calibres mayores, se recomienda podas intermedias (30 a 40 por ciento). En conclusión, la poda de ‘Biloxi’ es recomendable bajo dichas condiciones.

Retamales⁴ (2015) en una conferencia realizada en Trujillo, Perú, nos afirma que la diferencia de las experiencias peruanas en poda con la de los otros países se debe a que la principal función de esta actividad es *simular el invierno* en la planta del arándano: El estímulo de eliminar material vegetal retarda el metabolismo de la parte aérea y ralentiza el desarrollo radicular - *desbalance raíz-zona aérea*, como lo hace el invierno en zonas templadas, de tal manera que se pueda regular el ciclo de vida del arbusto, lo que coincidiría con lo expuesto por Gómez (2010).

c. PODA DE REGENERACIÓN

Es aquella realizada a plantaciones que no han sido podadas en muchos años. Se elimina el material vegetal muy viejo y se procede a dejar unas cuantas ramas productivas. Otros productores incluso podan toda la planta hasta casi el nivel del suelo. Ocasiona una drástica caída del rendimiento de la cosecha siguiente, pero muestra un crecimiento en el segundo año, que supera largamente a las plantas no podadas. (Retamales & Hancock, 2012). Howell *et al.* (1975) demostraron que la poda de renovación en ‘Jewel’ podía quintuplicar el rendimiento comparado con variedades no podadas, a partir del segundo período de cosecha desde la poda.

Cabe destacar que en el país no se cuenta con información experimental publicada sobre el tema de poda en arándanos. Las investigaciones se han realizado en empresas privadas y la información no es compartida a otras entidades. Es por ello que, dado que las condiciones agroclimáticas en nuestro país son diferentes a las de los principales

4. XV Curso de Manejo Integrado de Cultivos en la Irrigación Chavimochic, 2015. (Conferencia)
Retamales, J. Factores de producción del Cultivo de Arándanos. Trujillo, PE.

productores mundiales, se hace necesario iniciar un trabajo de esta naturaleza y probar distintos tipos de poda, diferente a las tradicionales. Un caso muy similar es el del cultivo de la uva (*Vitis vinifera* L.): tradicionalmente un cultivo caducifolio producido en zonas templadas, se produce en nuestro país en zonas plenamente tropicales como Piura (5° 11' 17.40" S, 80° 38' 24.66" O), con altos rendimientos y una excelente calidad de fruta.

d. PODA BAJO CONDICIONES PERUANAS

No hay literatura al respecto sobre poda bajo nuestras condiciones. No obstante, los predios agrícolas ya cuentan con algunos lineamientos para dicha actividad. Tal como se comenta líneas arriba, la poda marca el inicio de las actividades, ya que detiene y reinicia el brotamiento, además de terminar la temporada de cosecha. La poda se realiza entre febrero y marzo, por lo que sería una *Poda de verano*, con las mismas características a las mencionadas. Mientras la mayoría de las empresas podan manualmente, Camposol Sociedad Anónima, principal exportador de arándanos a nivel nacional, realiza poda mecanizada. Básicamente se repiten los siguientes criterios:

- *Poda de verano entre febrero a marzo.* Bajo nuestras condiciones, el periodo poda – cosecha es de 6 meses, dando como resultado que se coseche en agosto – setiembre, en época de mejor ventana comercial.
- *Poda ligera durante el primer año.* Se podan las ramas más delgadas y se eliminan ramas cruzadas y enfermas. En algunos casos se elimina fruta fuera de temporada.
- *Poda intensa a partir del segundo año.* En la mayoría de los predios, la etapa de producción inicia a partir del segundo año. Para dicha campaña, se poda sobre madera de un año, a una altura predeterminada sobre el suelo que depende del cultivar y del análisis de las condiciones de cada predio. Además, se elimina ramas cruzadas y enfermas.
- *Poda en constante prueba.* El cultivo del arándano se encuentra en constante innovación, en especial en nuestro país, donde es una tecnología totalmente nueva, por lo que las prácticas validadas hasta el momento pueden variar con el paso de los años.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

El experimento se realizó en las instalaciones comerciales de la empresa Blueberries Perú S.A.C., con Registro Único del Contribuyente 20557530160 y ubicadas en la zona de Monte Grande (8° 31' 30.97" S 78° 37' 29.15" O), en el Distrito de Chao, Provincia de Virú, Departamento de La Libertad, dentro del Proyecto Especial Chavimochic. Los suelos son Entisoles arenosos o *Psammets*. La parcela experimental está ubicada en un lote de plantación comercial de una densidad aproximada de 5333 plantas/ha (distanciamiento de 5 m × 0.75 m).

3.2. MATERIAL VEGETAL

Se podaron 120 plantas de arándano alto del sur (*Vaccinium corymbosum* L.) cv. Biloxi, de dos años de instalación en campo. Las plantas provienen de un vivero ubicado en Estados Unidos. La fase en vivero duró 6 meses, sin incluir el traslado hacia el Perú.

3.3. MANEJO DEL CULTIVO

A excepción de la poda, el resto de labores de cultivo fueron las establecidas por la empresa dentro de su plan de manejo comercial. La sanidad siguió las recomendaciones del Manejo Integrado de Plagas y Enfermedades (MIPE). La fertilización y el riego fueron abarcados bajo la técnica de la fertirrigación, con un sistema automatizado. Se regó todos los días en tres turnos, con goteros autocompensados de un litro por hora y un metro de distancia entre goteros. La cantidad de agua utilizada se basó en la evapotranspiración del cultivo, monitoreada por la estación meteorológica de la empresa. La cantidad se regula por monitoreos con sondas de extracción de nutrientes.

Antes de la instalación de las plantas en el lote, se incorporó al suelo cinco toneladas métricas de compost, una tonelada de fosfato monoamónico y 1.5 kg de Iprodione (Carboximida) por hectárea para evitar problemas sanitarios. Desde la plantación instalación y hasta un año después se utilizó como barrera viva contra el viento plantas

de sorgo (*Sorghum bicolor* L.). Posteriormente, se empleó maíz (*Zea mays* L.). Al finalizar su periodo, las barreras vivas se incorporaron como mulch. A partir del segundo año, se instaló una cobertura de mulch artificial color blanco y una malla anti pájaros. El primer año las plantas recibieron una poda ligera para eliminar ramitas enfermas, y posteriormente se cosecharon ligeramente.

3.4. TRATAMIENTOS

Los tratamientos serán seis: cinco podas y un testigo sin podar. Luego de cada poda se desinfectaron los cortes con Sanix ®. Los tratamientos fueron:

- *T0: Testigo:* Plantas no podadas.
- *T1: Poda de flores:* Eliminación del total de las flores y frutos cuajados: Para asegurar la aplicación correcta del tratamiento, las flores serán eliminadas en dos oportunidades: En la fecha de inicio del experimento y un mes después de iniciado el experimento.
- *T2: Poda alta o moderada:* Todas las ramas serán podadas a 60 cm del suelo.
- *T3: Poda baja o fuerte:* El corte de todas las ramas se realizará a 30 cm del suelo.
- *T4: Poda alta o moderada con alimentador:* «Alimentador» se refiere a un brote en verde que no ha sido podado.
- *T5: Poda baja o fuerte dejando un alimentador.*

En todas las plantas experimentales, a excepción de las testigo y las de poda floral, se había realizado una poda de limpieza que consistió en la eliminación de ramas cruzadas y delgadas (diámetros menores a 12 mm) y enfermas.

El arreglo estadístico a emplear será el de bloques completos al azar, con 4 repeticiones (4 bloques) y 5 plantas como unidad experimental por bloque. Los datos que se registren serán sometidos a un Análisis de Varianza (ANOVA) para estudiar los tratamientos y una prueba de Duncan al cinco por ciento de significancia para determinar las diferencias estadísticas entre los promedios.



FIGURA 2: Planta bajo P0: Testigo sin podar.



FIGURA 3: Planta bajo P1: Eliminación de flores y frutos.



FIGURA 4: Planta bajo P2: Poda alta a 60 cm.



FIGURA 5: Planta bajo P3: Poda baja a 30 cm.



FIGURA 6: Planta bajo P4: Poda alta a 60 cm con alimentador.



FIGURA 7: Planta bajo P5: Poda baja a 30 cm con alimentador.

Bloque 1	T1	Bloque 3	T3
	T2		T4
	T0		T5
	T5		T1
	T3		T2
	T4		T0
Bloque 2	T5	Bloque 4	T4
	T0		T3
	T4		T2
	T2		T0
	T1		T5
	T3		T1

FIGURA 8: Diseño experimental de bloques completamente al azar.

3.5.VARIABLES

Las variables que se midieron fueron:

- *Rendimiento Total* (RT): Total de kilos de fruta comercial cosechados por tratamiento, como sumatoria de todas las cosechas semanales.
- *Rendimiento por cosecha* (RC): Total de kilos de fruta comercial cosechados por tratamiento en cada una de las cosechas.
- *Calibre* (C) de la fruta. Promedio de todas las mediciones por cosecha, que consistió en el promedio del calibre ecuatorial de 100 bayas comerciales, expresado en milímetros.
- *Porcentaje de bayas exportables* (E). Porcentaje de frutos con calibres mayores a 12 mm, para toda la cosecha.
- *Porcentaje de Sólidos Solubles* (B). Expresado en grados Brix, para toda la cosecha.

3.6.MATERIALES E INSTRUMENTOS

Se utilizaron los siguientes materiales e instrumentos de medida

- Herramientas de poda: Tijeras de podar, guantes protectores, paño industrial, pasta color blanca a base de Sanix ® y látex.
- Cosecha: jarras de dos litros y medio para cosechar, refrigerante Marca Coleman ®, Caja de poliestireno expandido (Tecnopor).
- Instrumentos de medición: Balanza electrónica marca Camry modelo EK5350, refractómetro marca Atago modelo Master M con medida de grados Brix de 0.0 a 33.0 por ciento, vernier o calibrador de metal.
- Programas: Microsoft Excel ®, Microsoft Word ®, Minitab 2015 ®.

3.7.FASE EXPERIMENTAL

Las cosechas abarcaron desde el primero de agosto del 2015 hasta el 15 de enero del 2016, lo que hacen en total casi 24 semanas de cosecha. Las fechas de las cosechas fueron las establecidas en el calendario de cosecha de la empresa, con un intervalo de 10 a 14 días entre cosecha y cosecha. Se llegaron a contar 15 cosechas, de las cuales se trabajarán con 14, debido a que en la tercera cosecha hubo problemas de fuerza mayor que evitaron que se realizase. Las fechas fueron: a) primero de agosto, b) doce de agosto, c) primero de setiembre, d) nueve de setiembre, e) dieciocho de setiembre, f) treinta de setiembre, g) catorce de octubre, h) veintinueve de octubre, i) diez de noviembre, j) veinticuatro de noviembre, k) nueve de diciembre, l) veintinueve de diciembre, y m) doce de enero.

La fruta fue cosechada en las jarras sujetas a un cinturón del personal, independientemente del calibre exportable (12 mm), separada por repetición y tratamiento. Se descartó la fruta podrida, rajada, dañada por aves y/o insectos, y se procedió a pesar y obtener el rendimiento en campo. Se almacenó en una caja de Tecnopor con bolsas de sustituto de hielo y se procedió a medir en menos de 24 horas de cosechada.

En laboratorio, se procedió a obtener el calibre ecuatorial de 100 bayas al azar con un vernier, y la medida de los sólidos solubles con el refractómetro a temperatura ambiente de 10 bayas al azar; por unidad experimental.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1.RENDIMIENTO TOTAL

Tratamientos		Rendimiento por planta (g)
T0	Testigo no podado	2018.45a
T1	Remoción de flores y frutos	2039.6a
T2	Poda alta a 60 cm	1621.05ab
T3	Poda baja a 30 cm	1222.45b
T4	Poda alta con alimentador	1603.55ab
T5	Poda baja con alimentador	1424.45b
Promedio		1654.925
CV %		19.67247

*: Promedios con las mismas letra representan que no son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$)

CUADRO 3: Promedios de Rendimiento Total en V. corymbosum L. cv. Biloxi para diferentes tipos de poda, expresados en g/planta. Cinco por ciento de significación. Chao – La Libertad. 2015.

Los resultados (CUADRO 3) demuestran que hay un efecto significativo de la poda en el rendimiento en la planta bajo las condiciones del experimento. El rendimiento mayor se muestra en las plantas sin poda (T0) y Raleo Floral (T1), y el menor en las poda más severas. No hay diferencia significativa entre T0, T1, la poda alta (T2), y la poda alta con alimentador (T4). La poda baja (T3) y la poda baja con alimentador (T5) no difieren significativamente con T2 y T4, pero sí con las primeras podas. Por último, la poda más severa, poda baja (T3) es la que menor rendimiento obtiene. El rendimiento en este caso es alrededor del 60 por ciento del registrado al raleo floral, similares a los resultados de Palma (2004).

Entre T2 y T4, y T3 y T5 existe la misma diferencia, por lo que se puede concluir que el efecto de dejar una parte de la planta sin podar, es decir *el alimentador*, no influenciaría en el rendimiento global de la planta, por lo tanto, al analizar esta variable se concluye que no es una opción viable al momento de decidir optar por un tipo de poda. Se puede observar un incremento de 12.5 por ciento de rendimiento al usar alimentadores en poda baja, sin embargo a efectos del experimento, no es estadísticamente significativo, pero puede ser comercialmente importante. Además, se puede concluir que existe el mismo efecto de la planta frente a los distintos tipos de poda. Por último, se concluye que una

poda alta no afecta el rendimiento. Se procederá a analizar el efecto de la poda en el tiempo en el siguiente subcapítulo.

La severidad de la poda disminuiría estadísticamente el *Rendimiento total*. Este efecto sería explicado por la teoría de Siefker & Hancock (1986), que argumenta que el rendimiento está, en mayor medida, en función a la cantidad de brotes por planta y del número de frutos por cada brote; y en menor medida al peso del fruto. Esto es corroborado por Strik *et al.* (2003), Jorquera-Fontena *et al.* (2014), Palma (2004), Pescie *et al.* (2011), Müller (2011) y Gómez (2010). Por otro lado, los resultados de Jansen (1997) y Kovalski *et al.* (2015) nos muestra que el rendimiento no disminuye drásticamente, y que sería compensado por el peso del fruto, lo que demostraría que el tratamiento T2 y T4 no difiera estadísticamente de T0 y T1.

El efecto de la poda en el rendimiento del arándano ha sido largamente estudiado, sobre todo la poda de invierno en el arándano alto del norte (Jansen, 1997; Strik *et al.*, 2003; Jorquera-Fontena *et al.*, 2014)

Jansen (1997) estudió el efecto de cuatro tipos de podas: (a) eliminación de ramillas productivas, (b) eliminación de dichas ramillas más poda ligera, (c) eliminación de dichas ramillas más poda severa y (d) un testigo no podado, en plantas ‘Bluecrop’ de dos años sembradas en contenedores, bajo condiciones de Limburgo, Países Bajos. Concluye que la poda no tiene un efecto significativo en el rendimiento de dichas plantas, en un análisis durante 6 años (campañas), salvo en el tercero, donde las plantas no podadas registraron un mayor rendimiento. Sin embargo, el tamaño de fruta habría influenciado en que las plantas más severamente podadas muestren un rendimiento similar a las plantas no podadas, que presentarían menor cantidad de fruta. Esto no concuerda con nuestros resultados, no obstante, se necesita tener en cuenta el análisis del incremento del calibre en los tratamientos.

Strik *et al.* (2003) probó tres tipos de podas en plantas ‘Bluecrop’ (durante 1996-98 y 2000) y ‘Berkeley’ (1996-98). Las podas realizadas anualmente fueron (a) poda convencional – eliminación de madera no productiva y raleo de ramas productivas, (b) poda rápida – remoción de una o dos ramas de la planta, y (c) planta sin podar. A primera vista la severidad de la poda afectó el rendimiento: la poda convencional posee las

menores cosechas, siempre significativamente diferentes a los de las plantas no podadas. Los resultados no difieren mucho entre cultivares. En años posteriores, los rendimientos de la poda rápida se asemejan a los de la poda convencional.

Jorquera-Fontena *et al.* (2014) concluyeron que la poda *sí* tendría un efecto significativo en el rendimiento, similar a los resultados obtenidos en el presente trabajo. La poda se realizó en plantas ‘Brigitta’, en La Región de la Araucanía, Chile. Las podas realizadas son (a) poda ligera, (b) poda convencional, y (c) poda severa, en plantas de cuatro y cinco años. La poda ligera presentó los valores más altos, mientras que la poda severa los valores menores, alrededor del 50 por ciento del rendimiento de la poda ligera. No habría diferencias de rendimiento debido a la edad de la planta.

La experiencia en cultivares del sur no es tan extensa, sin embargo existe algunos estudios previos que investigan los efectos de la poda en estos cultivares (Palma, 2004; Pescie *et al.*, 2011; Kovaleski, 2015; Müller, 2011; Gómez, 2010). Las investigaciones, además, se han enfocado en el momento de poda, debido a la falta de experiencia previa.

En su Memoria de Título, Palma (2004) analiza el efecto de distintos tratamientos de poda en el cultivar del sur O’Neal y el cultivar *Rabbiteye* Bonita en plantas de 11 años, en la VII Región de Maule, Chile. La poda se realizó a finales del invierno austral del 2003 (10 y 15 de Setiembre, respectivamente). Los tratamientos incluyeron: (a) testigo sin poda; (b) poda básica, remoción de cañas de más de seis años, (c) poda de detalle, eliminación de brotes laterales para abrir la copa; y (d) poda combinada, aplicando los criterios de ambas podas. En el cultivar O’Neal, todas las podas causaron un efecto adverso en la cosecha, más del 50 por ciento del rendimiento mostrado por el testigo sin podar, 1191 g/planta, sin diferencia significativa entre las podas. En el cv. Bonita, sin embargo, sólo la poda de detalle presenta un rendimiento estadísticamente menor al testigo no podado. El autor argumenta que la alta correlación entre el rendimiento y el número de frutos por planta ($r = 0,982$ y $r = 0,977$, respectivamente) demuestra que no hay presencia de un efecto compensatorio entre cantidad y peso de bayas.

Pescie *et al.* (2011) experimentó con podas en plantas de 10 años del cultivar del sur O’Neal en condiciones de la Provincia de Argentina, Buenos Aires. Probó tres podas intensas (remoción del 25 por ciento de las ramas de 5 años desde la base): (a) en invierno,

(b), en invierno y despunte en verano, (c) en verano, (d) no poda. Todas las plantas podadas presentaron menos rendimiento que el testigo, pero las plantas con despunte en verano no presentan una diferencia significativa, según el experimento. No obstante, los resultados en otros parámetros evaluados (peso 100 frutos, tiempo de cosecha) son diferentes.

Kovaleski *et al.* (2015) probaron distintos tratamientos durante tres campañas, 2012, 2013 y 2014, en plantas de seis años de los cultivares del sur Emerald y Jewel, bajo condiciones de Florida, Estados Unidos: (a) épocas de poda – testigo no podado, Junio y Julio, (b) intensidad – 0, 30 y 60 por ciento de material vegetal removido, y (c) raleo – con y sin raleo, cortes de 4cm de tejido nuevo, aplicado sólo a las podas en Junio. Los resultados varían ligeramente entre cultivar. Para el cultivar Emerald, no hubo diferencia en ninguno de los tratamientos ni las campañas. Para el cultivar Jewel, a partir de la segunda campaña se puede apreciar una diferencia significativa en la variable intensidad. Las plantas moderadamente podadas muestran un mejor rendimiento a largo plazo, mientras que no hay diferencia significativa entre plantas intensamente podadas y el testigo. No hay diferencia del rendimiento entre las fechas de poda. El efecto compensatorio entre peso y cantidad de fruta habría ocasionado que la poda no tenga, en la mayoría de los casos, un efecto adverso en el rendimiento.

Müller (2011) analizó el efecto de cinco tipos de podas de verano en plantas de los cultivares *Highbush Southern Star*, Jewel y Emerald: (a) testigo o no poda; (b) poda severa, eliminación de todas las ramas de un año o más sobre los 35 cm de altura o más delgadas que 6 mm, además de la eliminación de ramas viejas improductivas, los laterales del mismo año medirán 20 cm o menos; (c) poda estándar, eliminación de ramas viejas improductivas, se dejarán de tres a cinco ramas, si no presenta laterales, las cañas medirán 35 cm o menos. (d) poda estándar con reducción, donde es igual a la poda anterior, pero se reducen los laterales a un tercio de su longitud.; y (e) poda ligera, eliminación de ramas viejas improductivas. El experimento se realizó en tres distintas locaciones (Teeland, bajo túnel Haygrowth y 1300 horas frío acumuladas; Lushof, bajo túnel Haygrowth y 664 horas frío; y Gelukstroom, al aire libre y con 741 horas frío). La poda severa disminuye los rendimientos totales en todos los casos, lo que respalda nuestros resultados. El rendimiento de las plantas no podadas es siempre el mayor en casi todos los casos, salvo

las combinaciones Star/Teeland, Emerald/Teeland y Jewel/Gelukstroom, en la que la poda ligera se equipara o supera un poco, lo que se asemeja con nuestros resultados (no diferencia estadística entre nuestros tratamientos: T0 no poda y T1 eliminación floral). Salvo las dos últimas combinaciones mencionadas, la poda estándar reduce significativamente los rendimientos, por lo que se puede concluir que a mayor severidad de poda, menores rendimientos en la siguiente campaña.

En su tesis para optar por el título de Maestro, Gómez (2010) analizó el efecto de cinco fechas durante el verano boreal (23 de mayo, 7 de junio, 20 de junio, 4 de julio y 18 de julio del 2009), y seis tipos de podas (despunte del 10, 20, 30 y 50 por ciento de las ramas superiores, despunte del 10 por ciento y raleo de cañas laterales, y testigo no podado) en una plantación del cultivar Biloxi de dos años, bajo condiciones del Estado de Michoacán, México. Las poda más temprana (23 de mayo) y la más tardía (18 de julio) presentaron los rendimientos más bajos, mientras que las demás podas lograron alcanzar los mayores. La fecha de poda sí influenciaría en el rendimiento, al contrario de lo concluido por Kovaleski (2015). No obstante, necesitamos tener en cuenta que las fechas de poda más productivos (en junio y julio) no difieren estadísticamente entre sí, al igual que en el trabajo mencionado. Las podas ligeras (10, 20 y 30 por ciento) presentan mayor rendimiento, más de 3200 gramos por planta, mientras que las podas más severas (50 por ciento y 10 por ciento con eliminación de cañas) disminuyen la producción. El rendimiento más bajo fue registrado por el tratamiento sin poda. La poda aumentó el rendimiento en más del 17 por ciento con las podas más intensas y en más del 39 por ciento en podas más ligeras. Esto difiere notablemente de nuestros resultados, lo que nos demuestra que la fecha de poda es una materia de estudio pendiente para nuestras condiciones.

Almutairi *et al.* (2017) estudió el efecto de diferentes tipos de riego, raleo floral, y la interacción entre estos tratamientos en el cultivar 'Elliot', bajo condiciones de Corvallis, Oregon, US, durante 2011 y 2012. Evaluó 4 regímenes de riego: a) 100 por ciento de la Evapotranspiración de Cultivo – ET_c , b) 50 por ciento de la ET_c , c) 100 por ciento de la ET_c , con 5 semanas de restricción total de riego durante la fase de fruta verde, y d) la restricción es durante la fase de pintado de fruta hasta la cosecha. Los tratamientos de raleo fueron: i) No Raleo, ii) Raleo del 50 por ciento del total de fruta cuajada en abril

2011, y 50 por ciento de las yemas florales posterior a la poda convencional, en febrero del 2012. Las plantas fueron cosechadas el 16 de agosto, 25 de agosto y 7 de setiembre en 2011 y 15 de agosto, 29 de agosto y 13 de setiembre. El riego posee un efecto adverso en el rendimiento con 50 por ciento de la ET_c o en una restricción tardía en los dos años. En cuanto al raleo, el primer año el rendimiento se reduce considerablemente, hasta un 40 por ciento, no obstante en el segundo año no hay diferencia estadística. Existe interacción entre el régimen de riego y la poda. Esto no coincide con nuestros resultados, ya que el raleo no es estadísticamente diferente al testigo no podado.

4.2.RENDIMIENTO POR FECHA DE COSECHA

Las cosechas se realizaron durante un período de seis meses y medio – 24 semanas – Pasado ese tiempo, las cosechas ya habían decaído notablemente y se reiniciaron las podas para el proseguir comercial de la plantación, culminando así el ensayo. Esto difiere a primera vista de las cosechas realizadas en otros lugares, sobre todo en ensayos de poda.

Strik (2003) reporta que sus cosechas duraron un máximo de casi siete semanas – entre el dos de julio y el 18 de agosto para el año 1998 en Ohio; Kovalski reporta un valor de casi diez semanas – entre 24 de marzo y 31 de mayo de 2015 en Florida; y Pescie reporta tan solo 4 semanas – 23 de octubre y 20 de noviembre de 2008 en Buenos Aires. Valores que se asemejan a los nuestros son los reportados por Gómez (2010) con aproximadamente 21 semanas, bajo condiciones de Michoacán, México, bajo condiciones muy similares a las nuestras. Esto nos corroboraría lo postulado por Retamales (2017)⁵, que menciona que la poda permitiría regular el período de producción de los Southern Highbush en condiciones subtropicales. Es importante analizar lo anterior para poder discutir las implicaciones de la poda en la curva de producción por fecha de cosecha.

Tratamientos		Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
T0	Testigo no podado	213.65a	1073.2ab	339.25a	177.25a	215.1a	2018.45a
T1	Remoción de flores y frutos	158.9b	1241.4a	243a	192.15a	204.15a	2039.6a
T2	Poda alta a 60 cm	26.09e	829.65b	394.51a	139.53a	231.28a	1621.05ab
T3	Poda baja a 30 cm	5.67f	482.35c	472.55a	139.07a	122.81b	1222.45b
T4	Poda alta con alimentador	66.75c	961.25ab	292.05a	131a	152.5ab	1603.55ab
T5	Poda baja con alimentador	40.85d	828.3b	273.9a	151.15a	130.25b	1424.45b
Promedio		85.31736	902.6917	335.8778	155.0236	176.0146	1654.925
CV %		19.8831	24.84147	34.75713	37.0739	26.23805	19.67247

*: Promedios con las mismas letra representan que no son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$)

CUADRO 4: Promedios de Rendimiento por mes en V. corymbosum L. cv. Biloxi para diferentes tipos de poda, expresados en g/planta. Cinco por ciento de significación. Chao – La Libertad. 2015. Método de transformación Box y Cox para cumplir con los requerimientos de Normalidad de Errores y Homogeneidad de Varianzas.

5. Seminario: 7° Seminario Internacional Blueberries Consulting - Perú, 2017. (Conferencia) Retamales, J. Factores y Manejos a considerad en la Poda de Arándanos. Lima, PE.

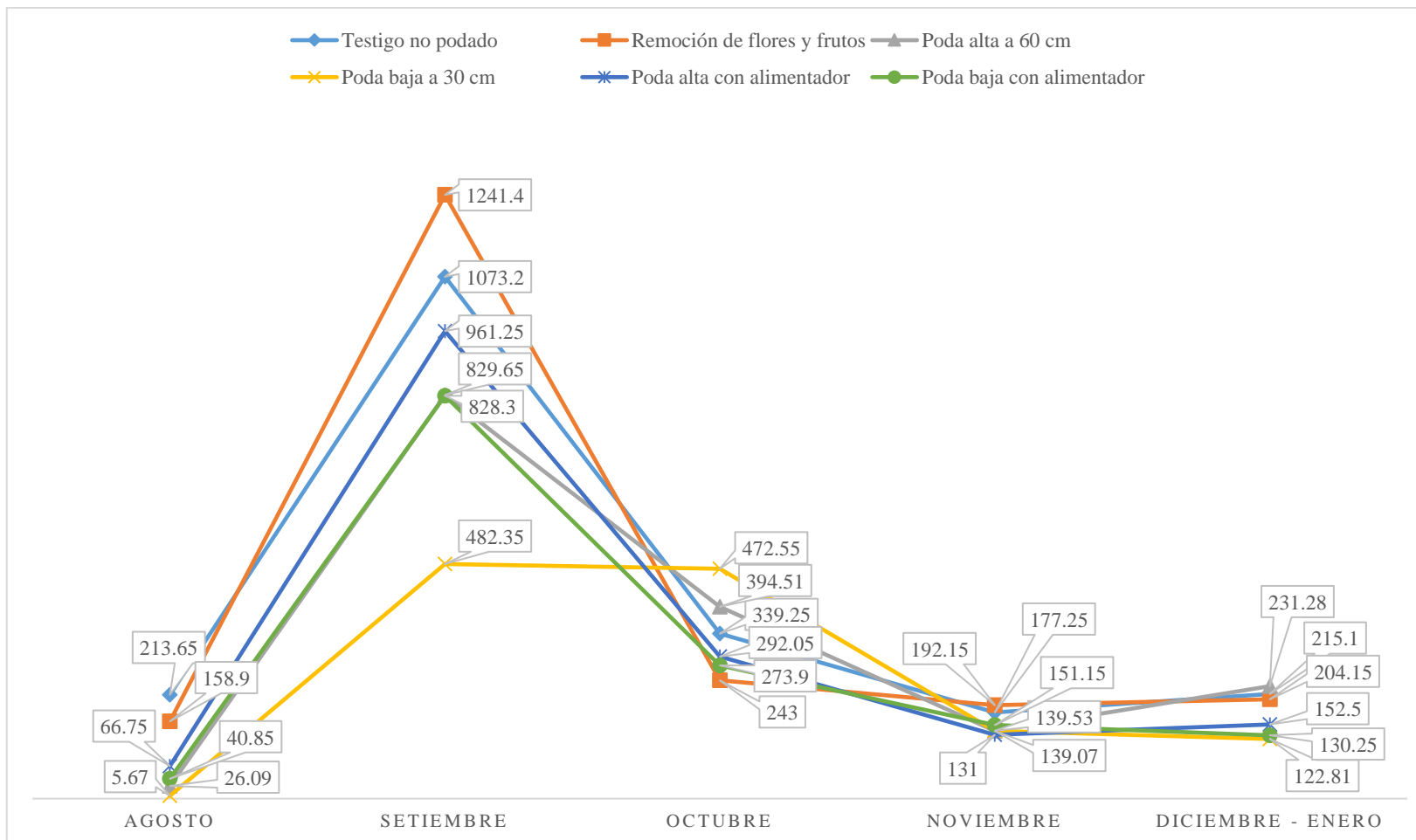


FIGURA 9: Distribución de la cosecha por mes por mes en *V. corymbosum* L. cv. Biloxi para diferentes tipos de poda, expresados en g/planta.

Los resultados (CUADRO 4, FIGURA 9) demuestran que el rendimiento ha variado de acuerdo a la fecha de cosecha de la fruta. Se observa que el testigo no podado posee los mayores rendimientos en la mayoría de fechas. La poda de flores y frutos solo es diferentemente significativo al testigo en agosto, por lo que se demostraría que la remoción tiene efecto en retrasar ligeramente la cosecha, mas no tiene efecto global significativo. La poda alta posee un efecto de *retraso* de la cosecha, ya que se observa que los rendimientos son muy bajos en agosto y se equiparan al testigo en setiembre. Algo similar ocurre con la poda baja desde octubre, donde es la que presenta mayor rendimiento, no obstante su rendimiento disminuye considerablemente en diciembre. Las podas con alimentador, T4 y T5, tienen resultados intermedios, ya que evitan el retraso en la cosecha hasta octubre, donde no hay mayor diferencia entre plantas. La cosecha en agosto, para ambos tratamientos, no es tan baja en comparación con el testigo T0, posiblemente por los alimentadores, sin embargo los rendimientos son muy bajos; por ello se concluye que el *alimentador posee un ligero efecto amortiguador de la poda*, posiblemente por la madera de más de un año. Williamsom (2007) demostró que en algunos cultivares *Southern* el raleo de flores, ya sea manual, con poda o con cianamida hidrogenada, tiene efecto positivo en la planta, al incrementar el peso seco de raíces, hojas y tallos. Sin embargo esto no se traduciría en un mayor rendimiento ni por fechas ni en total.

Strik (2003) prueba distintos tipos de poda de invierno y registra los momentos de la cosecha. Concluye que la poda *adelanta* la cosecha, es decir, no podar retrasa la madurez de las bayas. Estos resultados serían lo opuesto a lo registrado, debido a que los efectos de las podas según la fecha son diferentes (Pescie, 2007; Gómez, 2010).

Palma (2004) corrobora estos resultados en el hemisferio sur, al observar que una poda básica (madera de seis años) adelantó ligeramente la cosecha, al reportar una mayor cosecha (68 por ciento del total del tratamiento) frente al testigo no podado (50).

Pescie et al. (2011) muestra que las podas realizadas en invierno tuvieron un efecto notable en la cantidad de fruta cosechada por fecha. Los resultados muestran que las podas en invierno adelantarían la cosecha en cierta medida, puesto que los rendimientos son mayores en la primera fecha para dicha poda, y supera al testigo. Por otro lado la poda en el verano retrasa notablemente el rendimiento, no obstante nunca llega a los valores

reportados por el testigo. El autor argumenta que la disminución del rendimiento en dicha poda se debe a la disminución de reservas por el brotamiento excesivo; y a la eliminación de madera productiva con yemas florales. La poda en verano no da tiempo para que se vuelva a regenerar esta madera, como las podas en invierno. Esto coincidiría con nuestros resultados, en medida que una poda intensa en verano puede retrasar el rendimiento, como sucede con el T3. Todos los tratamientos del experimento, salvo la poda en verano tienen dos *picos* de producción, al igual que nuestros resultados.

Gómez (2010) reporta sus resultados en cinco meses de cosecha: enero, febrero, marzo, abril y mayo. Los resultados demuestran, al igual que los obtenidos, que los mayores rendimientos en las primeras cosechas se obtuvieron en plantas no podadas. Conforme pasan las cosechas, las plantas podadas aumentan considerablemente sus cosechas y superan largamente al testigo. Las plantas con podas más severas muestran también los resultados más bajos en las primeras cosechas, no obstante no hay un aumento en el rendimiento en las últimas cosechas, es decir un *retraso* en la cosecha. Solo hay un *pico* en la producción, en el mes de mayo.

Müller (2011) reporta en todos sus experimentos realizados, que, aunque los porcentajes hayan diferido por tratamiento, las cosechas de mitad de temporada van desde el 43.3 hasta el 70.9 por ciento, acumulando la mayor cantidad de cosecha. Lo mismo sucede con nuestras cosechas, y difiere con Gómez (2010).

Almutairi et al. (2017) realizaron tres cosechas. Los autores concluyeron que el déficit hídrico de 50 por ciento adelanta la cosecha sólo en el primer año (2011), mientras que el corte tardío de riego la adelanta dos años seguidos. Un corte temprano de riego atrasa la cosecha en el año 2012. La remoción de flores y frutos tendría un ligero efecto acelerador en las cosechas, lo que no coincide con lo obtenido en el presente experimento.

4.3.PORCENTAJE DE FRUTA EXPORTABLE, CALIBRE TOTAL Y CALIBRE COMERCIAL DE LA BAYA

Prueba de comparación DUNCAN al 5 por ciento de significación

Tratamientos		Porcentaje comercial (%)	Calibre Total (mm)	Calibre Comercial (mm)
T0	Testigo no podado	82.8881d	14.6412d	15.3419d
T1	Remoción de flores y frutos	83.0769d	14.599d	15.3455d
T2	Poda alta a 60 cm	97.7869a	15.8789a	15.9806a
T3	Poda baja a 30 cm	94.8982b	15.5109b	15.7093b
T4	Poda alta con alimentador	91.7225c	15.0401c	15.5864bc
T5	Poda baja con alimentador	91.7607c	15.1124c	15.4682cd
Promedio		90.3556	15.1304	15.57196
CV %		1.8294	1.0044	0.8580112

*: Promedios con las mismas letra representan que no son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$)

CUADRO 5: Promedios de Porcentaje Comercial, Calibre Total (mm) y Calibre Comercial (mm) de bayas de V. corymbosum L. cv. Biloxi para diferentes tipos de poda. Cinco por ciento de significación. Chao – La Libertad. 2015.

El calibre es una variable fundamental a considerar durante la producción, ya que se debe cumplir con los requisitos exportables para asegurar la sostenibilidad del comercio. Según los requerimientos comerciales del comprador de la empresa, el mínimo debe ser 12 mm. Por lo tanto, es fundamental para evaluar la calidad del fruto. El mínimo exportable para Reino Unido es también 12 mm (Müller, 2011).

El calibre total se refiere a la medida promedio de todas las bayas, incluso las bayas no comerciales (menor a 12 mm). Por otro lado el calibre comercial se refiere al promedio de las bayas mayores a 12 mm. El porcentaje de fruta exportable o porcentaje comercial se refiere al total de bayas que hay superado dicha medida. Esto es importante para análisis comerciales, ya que la producción dependerá de ello.

En nuestros resultados (Tabla 6) se puede observar que los valores menores corresponden a los tratamientos que poseen mayor rendimiento, T0 y T1. El mayor calibre comercial, tanto comercial como total, corresponde al T2, seguido de T3. Se puede concluir que una mayor intensidad de poda también afectaría al calibre, pero en menor medida que la falta de poda. Valores intermedios corresponden a las podas con alimentadores, T4 y T5. Las

comparaciones entre tratamientos en cuanto a Calibre Total y Comercial son muy similares, con lo que podemos concluir que, para efectos comerciales, la poda afecta de igual manera los calibres de las bayas mayores a 12 mm. En el caso del calibre comercial para T3 y T4, no hubo diferencia significativa, al igual que para T5, T0 y T1. No obstante, el promedio total de calibre total para cada tratamiento es siempre mayor a 12. El menor valor lo reporta T1, con 14.6 mm. T3 posee el menor rendimiento, pero no presenta el mayor calibre, si no el segundo mayor.

En cuanto a porcentaje comercial, las comparaciones estadísticas son iguales al calibre total. T2 sería la poda que presenta menor descarte, y permitiría que casi el 98 por ciento de toda la cosecha sea exportable. Los valores de T0 y T1 muestran que hasta un 17 por ciento se descarte. En términos comerciales, estos valores representan una gran pérdida económica para la empresa.

En el arándano alto, se ha documentado en varias ocasiones que el calibre y/o el peso de la baya aumenta conforme aumenta la intensidad de poda. (Müller, 2011; Gómez, 2010, Strik *et al.*, 2003; Pescie *et al.*, 2011; Bañados *et al.*, 2009) Además, la intensidad de poda tendría un efecto reductor en el rendimiento, como se detalla en el subcapítulo anterior. Algunos autores (Jansen, 1997; Kovaleski *et al.*, 2015) reportan que el aumento del peso – por ende calibre – conlleva a que el rendimiento no disminuya, debido a que las pocas bayas son lo suficientemente grandes para que la cosecha se mantenga. Palma (2004) le denomina *efecto compensatorio entre cantidad y peso de bayas*. En nuestras podas, tal efecto se ha mostrado en cierta manera, sobre todo en las plantas con poda alta.

Müller (2011) sostiene que podar ramas más gruesas conlleva a calibres de baya mayores, lo que explica que las podas severas tengan mayor calibre que las podas con alimentador. El autor sostiene que a mayor carga frutal, hay mayor competencia entre las bayas, por lo que las bayas crecen menos. Además afirma que la intensidad de la poda mejora los calibres de las ramas, que influye positivamente al calibre de la baya. Esto coincide con nuestros resultados, ya que se observa que a mayor rendimiento en los tratamientos, menor es el calibre.

Gómez (2010) reporta en el cultivar Biloxi resultados muy similares. La poda de 30 por ciento, la segunda en intensidad, reporta los mejores calibres, al igual que T2. Al

incrementar la intensidad, la poda puede incluso ser contraproducente para el calibre. La poda de ligera intensidad tuvo el mismo efecto que la poda excesiva. Además concluye que una poda más tardía (a partir del 20 de Junio según condiciones de dicho experimento) disminuye el calibre. Esto necesita ser corroborado bajo nuestras condiciones.

Otros autores (Strik *et al.*, 2003; Pescie *et al.*, 2011; Bañados *et al.*, 2009) utilizan el peso de baya en gramos para determinar el efecto de la poda en la calidad de fruta. Sin embargo, esta medida no puede ser utilizada para efectos comerciales, ya que es el calibre el criterio seguido por los compradores internacionales, cuya medida puede ser obtenida con mayor facilidad. Gómez (2010) constató que el tipo de poda tuvo un efecto muy similar en el calibre y el peso de baya.

Strik *et al.* (2003) confirma que en el primer año del experimento, para el cultivar Bluecrop, una poda convencional (más severa) resulta en bayas más grandes (1.6 g) que una planta no podada (1.3g) desde el primer año de poda, sin embargo sigue siendo estadísticamente igual que las bayas de plantas con poda rápida (1.5 g). A partir del segundo año, la poda convencional obtiene bayas estadísticamente más grandes que la poda rápida o no poda. Algo similar sucede con Berkeley, salvo en el tercer año – la poda convencional y rápida no mostraron diferencias. En este experimento se confirma que la intensidad de poda incrementa el crecimiento de las bayas.

Pescie *et al.* (2011) concluyeron que la estación en la que se realiza la poda también tiene un efecto significativo en el peso de la baya. El peso, además, también varía durante la cosecha. Las plantas podadas en invierno logra mayor porcentaje de frutas con peso sobre los 2.0 g – 10.1 – mientras que el testigo, el menor – 2.0. La poda en invierno con despuntes en verano logra bayas más grandes a inicios de cosecha. En general, el calibre disminuye conforme avanza la fecha de cosecha.

Bañados *et al.* (2009) realizaron estudios de poda en plantas ‘Elliot’ (VIII Región, Chile), ‘Star’ y ‘O’Neal’ (V Región, Chile), en 3 ocasiones, diciembre de 2004, enero y febrero de 2005. En ramas mayores a 40 cm, se podaron los 25 cm superiores o apicales. Se evaluó el calibre de las frutas en tres tipos de ramas resultantes: 1) ramas con laterales más largos que 20 cm, 2) ramas con laterales menores a 20 cm, 3) ramas sin laterales. En el caso de ‘Elliot’, brotes tipo 3 podados en diciembre o enero produjeron bayas más

grandes (2 g) que los demás brotes, especialmente en febrero (1.7 g). En el caso de ‘Star’ y de ‘O’Neal’, la poda en febrero produjo fruta más grande (2 g) que en el resto de meses. Esto nos permite concluir que ramas menos ramificadas producirían fruta más grande, tal como es nuestro caso. El efecto del cultivar y de la fecha de poda requiere ser estudiado bajo nuestras condiciones.

Por ahora, el país no exporta arándano con calibre *Extra Large*, es decir, con un precio mayor por tener un calibre mayor a la media, sólo requiere cumplir con el requisito de ser mayor a 12 mm. Por ello, la importancia de aumentar el calibre aún no ha sido tomada en cuenta en las empresas agroexportadoras peruanas. Sin embargo, ya existe en el mercado un precio diferenciado por calibres superiores (Special T ®, 2010). Quispe⁶ (2017) comenta que hay un precio mayor por fruta de calibre superior a 15 mm, sin embargo, aún no ha sido aprovechada como tal.

6. Quispe, C. 2017. (Correspondencia Personal). Trujillo, PE.

4.4.PORCENTAJE DE SÓLIDOS SOLUBLES

Tratamientos		Porcentaje de Sólidos Solubles (°Bx)
T0	Testigo no podado	11.4757a
T1	Remoción de flores y frutos	11.5119a
T2	Poda alta a 60 cm	11.7351a
T3	Poda baja a 30 cm	11.5353a
T4	Poda alta con alimentador	11.6514a
T5	Poda baja con alimentador	11.4588a
Promedio		11.5614
CV %		2.4413

*: Promedios con las mismas letra representan que no son significativamente diferentes ($P \leq 0.05$)

CUADRO 6: Promedios de Porcentaje de Sólidos Solubles en bayas de V. corymbosum L. cv. Biloxi para diferentes tipos de poda, expresados en Grados Brix (°Bx). Cinco por ciento de significación. Chao – La Libertad. 2015.

El porcentaje de sólidos solubles no parece estar influenciado de alguna forma por el tipo de poda realizada, a diferencia de otras variables (Tabla 7). Los resultados no son significativamente diferentes, teniendo un promedio de 11.56 °Bx.

Los resultados concuerdan con lo registrado por Palma (2004) en su trabajo con podas para plantas de 11 años, cuyos tratamientos se basan en la severidad de poda. No obstante, para el *Rabbiteye* cultivar Bonita, se registra una diferencia significativa en las podas: la poda de detalle, más ligera, tiene un valor significativamente mayor, 16.1, al de una poda combinada, 14.2, más severa, pero no hay diferencia entre las demás podas (testigo sin podar con 15.1 y poda básica con 15.0).

Los resultados en el cultivar O'Neal, un *Southern Highbush* al igual que el cv. Biloxi, muestran valores notablemente más altos, desde 12.9 hasta 13.1. Esto probablemente se debe a la ubicación del experimento mencionado en un lugar de mayor latitud, que permitiría a la planta acumular más horas frío, además de ocasionar una maduración de la baya más lenta. Esto produciría por ende acumular más sólidos solubles en la baya. (Palma, 2004). Según Moggia (1991), el valor ideal para los sólidos solubles en el arándano sería de 13,5°Bx.

Milivojević *et al.* (2016) concluyen que el porcentaje de sólidos solubles puede variar de acuerdo al cultivar, a la época de cosecha –mayor en las últimas cosechas, y al año de estudio, posiblemente por condiciones ambientales.

Almutairi *et al.* (2017) evalúan el efecto de diferentes regímenes de riego y raleo en el porcentaje de sólidos solubles en 2012. En cuanto al régimen de riego, se reportaron diferencias estadísticas en la primera y tercera cosecha cuando el riego fue cortado temprano – menor al testigo de riego completo; y en todas las cosechas cuando fue cortado tarde – mayor que el testigo. En cuanto al raleo, se reportó diferencia estadística significativa del raleo sólo en la tercera cosecha. No hay una interacción entre el riego y el raleo. Podemos inferir que el porcentaje de sólidos solubles puede variar de acuerdo al régimen de riego y de acuerdo a la época de cosecha, por lo que no podríamos obtener diferencias con el presente estudio. El autor evalúa otras variables cualitativas importantes como acidez titulable –ácido cítrico, y ratio azúcares/acidez como variables importantes a considerar en la calidad del fruto. Se requieren estudios bajo nuestras condiciones.

En cuanto a otros cultivos tradicionalmente caducifolios, los resultados son variables. Por ejemplo, en un trabajo realizado por Kilby (1999), compara distintos tipos de poda (14 spurs de dos y cuatro yemas, dos cañas de 14 yemas cada una, y poda drástica sin *spurs*), en vid para vino, bajo condiciones de Arizona. No hay diferencia significativa en el porcentaje de sólidos solubles en la fruta, tanto para el cultivar Merlot como en Sauvignon Blanc. No obstante, Senthilkumar (2015) reporta una larga data de información, que confirma que a mayor severidad en la poda, los sólidos solubles aumentan en la fruta.

V. CONCLUSIONES

De acuerdo con nuestros resultados, y bajo las condiciones dadas, podemos concluir que:

1. La severidad poda afecta considerablemente los rendimientos en el arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) cv. Biloxi. La poda que más redujo el rendimiento fue la Poda Baja de 30 cm.
2. El porcentaje de bayas aptas para exportaciones aumenta con la severidad de la poda hasta cierto punto. El mayor porcentaje fue reportado por la Poda Alta de 60 cm.
3. El calibre comercial y el calibre total de baya se ven afectados por la poda. El mayor calibre, en ambos casos fue reportado por la Poda Alta. La poda en exceso disminuye los calibres.
4. El alimentador en el arándano influye en la respuesta de la poda. Los tratamientos registran valores intermedios entre plantas no podadas y plantas podadas en cuanto a época de cosecha, porcentaje de fruta comercial, calibre total y exportable.
5. El porcentaje de sólidos solubles no se ve afectado en mayor medida por la poda.
6. El raleo de flores y frutos no afecta a las variables medidas.

VI. RECOMENDACIONES

De acuerdo nuestras condiciones, se recomienda:

1. Estudiar el efecto de la poda en el arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) cv. Biloxi durante más de una campaña, para observar la reacción de la planta a lo largo del tiempo
2. Estudiar la reacción de otros cultivares frente a la severidad de poda.
3. Analizar el efecto de más tipos de poda bajo nuestras condiciones.
4. Evaluar los efectos de otros tratamientos y cómo afectan al rendimiento y calidad de fruta del arándano, como diferentes regímenes de riego o el uso de reguladores de crecimiento.
5. Evaluar más variables frente a la reacción de la poda, como por ejemplo el tiempo de ejecución de la poda, la cantidad de material vegetativo eliminado, el peso de las raíces antes y después de la poda, y el porcentaje de acidez titulable de las bayas.

VII. BIBLIOGRAFÍA

1. Abbott, J.D.; Gough, R.E. 1986. Split-root water application to highbush blueberry plants. HortScience 21, pp. 997-998.
2. Abbott, J.D.; Gough, R.E. 1987. Seasonal development of highbush blueberry roots under sawdust mulch. Journal of the American Society for Horticultural Science, 112, pp. 60-62.
3. AdexDataTrade, 2017. Base de datos Comercio Exterior (en línea). Lima, PE. Estadísticas de Producto de la Partida Arancelaria 0810400000 - ARANDANOS ROJOS, MIRTILOS Y DEMAS FRUTOS DEL GENERO VACCINIUM, FRESCOS. Consultado el 26 de Junio de 2017.
4. Ahmedullah, M.; Patterson, M.E.; Apel, G. 1990. Fumigation with Chlorine Dioxide for Prolonging the Post Harvest life of Grapes and Blueberries. Abstracts of the 87th Annual Meeting of the American Society for Horticultural Science, Tucson, Arizona, US. HortScience 25(9), p. 23.
5. Almutairi, K. F.; Bryla, D. R.; Strik, B. C. 2017. Potential of Deficit Irrigation, Irrigation Cutoffs, and Crop Thinning to Maintain Yield and Fruit Quality with Less Water in Northern Highbush Blueberry. HortScience 52 (4), p. 625.
6. Ameglio, T.; Mingeau, M. & Perrier, C. 2000. Effects of water stress on transpiration, radial growth and yield in highbush blueberry. Acta Hort. 537, 923-928. DOI: 10.17660/ActaHortic.2000.537.112
7. Ávila *et al*, 2007. Caracterización fisicoquímica y organoléptica del fruto de agraz. (*Vaccinium meridionale* Swartz) almacenado a 2°C. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia. Revista de la Facultad Nacional de Agronomía de Medellín. Vol.60, No .2. pp. 4179-4193.2007.
8. Asociación de Exportadores de Frutas de Chile A.G., 2017. Arándanos de Chile – Compendio Estadístico Temporada 2015 – 2016. Consultado el 26 de junio de 2017. Disponible en <http://www.comitedearandanos.cl/wp-content/uploads/2015/08/COMPENDIO-ESTADISTICO-2016.pdf>

9. Ballington, J.R., Mainland, C.M.; Duke, S.D.; Draper, A.D. & Galletta, G.J. 1990. 'O'Neal' Southern Highbush Blueberry. US, HortScience 25(6) pp. 711-712
10. Bañados, P. 2005. Claves para la poda de arándano. Revista Agronomía y Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile. 25(1): pp. 28-31.
11. Bañados, P., Donnay, D., Uribe, P. 2007. Poda en verde en arándanos. Revista Agronomía y Forestal Pontificia Universidad Católica de Chile. 31(1): pp. 17-19
12. Bañados, P., Donnay, D., Uribe, P. 2009. The effect of summer pruning date on Star, O'Neal and Elliott. CL, Acta Horticulturae 810, pp. 501-507.
13. Bañados, P. 2009. Expanding Blueberry Production into Non-Traditional Production Areas: Northern Chile and Argentina, Mexico and Spain. Departamento de Fruticultura y Enología, Pontificia Universidad Católica de Chile, 6 pp.
14. Black, B.L.; Ehlenfeldt, M.K. 2007 Foliar Applications of GA 4+7 Reduce Flowering in Highbush Blueberry. HortScience 42(3). pp. 555 – 558.
15. Brown, G.K.; Schulte, N.L.; Timm, E.J.; Beaudry, R.M.; Peterson, D.L. Hancock, J.F.; Takeda, F. 1996. Estimates of Mechanization Effects on Fresh Blueberry Quality. Applied Engineering in Agriculture 12 (1). pp. 21-26.
16. Cameron, L.S., Brun, C.A. and Hartley, C.A. 1989. The influence of soil moisture stress on the growth and gas exchange characteristics of young highbush blueberry plants (*Vaccinium corymbosum* L.). Acta Horticulturae 241, pp. 254-259.
17. Carrera, J. 2012. Manual práctico para la creación y desarrollo de plantaciones de arándano en Asturias. Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino, Gobierno de España. 60 pp.
18. Caro-Medrano, R.; Darnell, R.L. 1997. Cell number and Cell size in Parthenocarpic vs. Pollinated Blueberry (*Vaccinium ashei*) Fruits. Annals of Botany 80. pp. 419-425.
19. Chávez, D.J.; Lyrene, P. 2009. Effects of Self-pollination and Cross-pollination of *Vaccinium darrowii* (Ericaceae) and Other Low-chill Blueberries. HortScience 44(6). pp. 1538 – 1541.

20. Chen, C.F.; Li, Y.D.; Xu, Z. 2010. Chemical principles and bioactivities of blueberry. Yao Xue Xue Bao – Acta pharmaceutica Sinica 45(4):422-9.
21. Cisternas, E. 2013. Manejo de Enfermedades en el Arándano. In Undurraga, P. & Vargas, S. Manual de Arándano. Centro Regional de Investigación Quilamapu. Instituto de Investigaciones Agropecuarias – INIA, Ministerio de Agricultura del Gobierno de Chile. 120 pp.
22. Clark J.R.; Moore J.N. 1991. Southern Highbush Blueberry Response to Mulch. HortTechnology 1(1) pp. 52-54.
23. Contreras, M. 2010 Efecto de la aplicación de CPPU sobre calidad de fruta en arándano alto (*Vaccinium corymbosum* L.) cultivar Elliott. Tesis Ing. Agr. Temuco, CL. Escuela de Agronomía. Facultad de Recursos Naturales. Universidad de la Frontera. 84pp.
24. Crane, J.H.; Davies, F.S., 1988. Flooding duration and seasonal effects on growth and development of young rabbiteye blueberry plants. US, Journal of the American Society for Horticultural Science 113, pp. 180-184.
25. Creech, D.L; Martindale, C.; Rankin, R. 1990. Influence of mulch and in-ground amendments on root weight and distribution of Rabbiteye Blueberries. Abstracts of the ASHS Southern Region 50th Annual Meeting. HortScience 25(8), 1990. pp. 848 – 865.
26. Crisóstomo, M.N.; Hernández, O.A.; López, J.; Manjarrez-Domínguez, C. & Pinedo-Álvarez, A. 2014. Relaciones amonio/nitrato en soluciones nutritivas ácidas y alcalinas para arándano. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, 5(3), pp. 525-532.
27. Cronquist, A. 1981. An Integrated system of clasification of flowering plants. US, Columbia University Press. 1262 p.
28. Cruzat, R.; Mancilla, B. 2010. Resultados y Lecciones en sustratos de Arándanos en Condiciones de Aridez. Proyecto de Innovación en la Región de Coquimbo, Fundación para la Innovación Agraria, Ministerio de Agricultura, CL, Serie Experiencias de Innovación para el Emprendimiento Agrario. 46 pp.
29. Cutz, A., 2004. Micropropagacion de tres variedades de arándano (*Vaccinium ashei* Readel). Tesis Lic. Sistemas de Producción Agrícola, GT, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala. 90 pp.

30. DeFrancesco, J.; Pscheidt, J.W.; Yang, W. 2013. 2013 Pest Management Guide for the Willamette Valley. US, Oregon State University Extension Service.
31. Defilippi, B.; Robledo, P.; Becerra, C. 2013. Manejo de Cosecha y Poscosecha en Arándano. In Undurraga, P. & Vargas, S. Manual de Arándano. Centro Regional de Investigación Quilamapu. Instituto de Investigaciones Agropecuarias – INIA, Ministerio de Agricultura del Gobierno de Chile. 120 pp.
32. Eaton, L.J.; Murray, J.E. 1997. Relationships of Pollinator Numbers in Blueberry fields to Fruit development and Yields. Sixth International Symposium of Vaccinium Culture. Acta Horticulturae 446. pp. 181 – 188.
33. Eck, P. 1986. Blueberries. In Monseline, S. P. Handbook of Fruit Set and Development. 1ra edición. US, CRC Press, Boca Raton, Florida. 568 pp.
34. Eck, P. 1988. Blueberry Science, 1ra edición. New Brunswick, New Jersey, US. Rutgers University Press.
35. eFloras.org. 2009. 16. *Vaccinium corymbosum* Linnaeus. Flora of North America 8. pp. 371, 516, 526, 527. Base de Datos botánica. Consultado el 29 de Junio de 2017. Disponible en http://www.efloras.org/florataxon.aspx?flora_id=1&taxon_id=242417401
36. Evans, E. & Ballen, A. 2014. An Overview of US Blueberry Production, Trade, and Consumption, with Special Reference to Florida. Food and Resource Economics Department, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. 8 pp.
37. Figueroa, D.; Guerrero, J.; Bensch, E. 2010. Efecto de momento de cosecha y permanencia en huerto sobre la calidad en poscosecha de Arándano alto (*Vaccinium corymbosum* L.), cvs. Berkeley, Brigitta y Elliott durante la Temporada 2005-2006.
38. Fischer, D.L.O.; Fernandes, G.W.; Borges, E.A.; Piana; C.F.B.; Pasa, M.S. 2016. Rooting of blueberry hardwood cuttings treated with indolebutyric acid (IBA) and pro-rooting. Procedures of II International Berry Fruit Symposium: Interactions! Acta Horticulturae 1117. pp. 325 – 330.
39. Font Quer, P., 2001. Diccionario de Botánica. 2 ed. Barcelona, ES. Península. 642 pp.
40. France, A. 2013. Manejo de Enfermedades en el Arándano. In Undurraga, P. & Vargas, S. Manual de Arándano. Centro Regional de Investigación Quilamapu.

- Instituto de Investigaciones Agropecuarias – INIA, Ministerio de Agricultura del Gobierno de Chile. 120 pp.
41. Frenkel, C. 1972. Involvement of peroxidase and indole 3-acetic acid oxidase isozymes in pear, tomato and blueberry fruit ripening. *Plant Physiology* 49. pp. 757-763.
 42. García, J.C.; 2011. El cultivo del arándano en Asturias. *Revista Tecnología Agroalimentaria*. ES, N° 9. pp. 13-20. Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario – SERIDA. Consultado el 26 de abril de 2015. Disponible en <http://www.serida.org/pdfs/4815.pdf> .
 43. García, J.C.; García, G.; & Ciorda, M. 2013. Situación actual del cultivo del arándano en el mundo. Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario – SERIDA, ES. 4 pp. Disponible en <http://www.serida.org/pdfs/5566.pdf>
 44. García, J.C.; & García, G. 2013. Orientaciones para el cultivo del arándano. Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario – SERIDA, ES. 32 pp. Consultado el 26 de abril de 2015. Disponible en http://www.naviaporcia.com/images/documentos/documento_173.pdf.
 45. García-Alonso, F.J. 2006. Evaluación in vitro e in vivo de la funcionalidad de un producto rico en antioxidantes. Tesis Dr. Universidad de Murcia, ES. 100 pp.
 46. Gestión, PE, 2014. Perú cuadruplica exportación de arándanos, informa ADEX. Nota de prensa. Consultado el 26 de abril de 2015. Disponible en <http://gestion.pe/economia/peru-cuadruplica-exportacion-arandanos-informa-adex-2108181>.
 47. Gil, G. 2000. Fruticultura: La producción de Fruta. Frutas de clima templado y subtropical y uva de vino. Facultad de Agronomía. Pontificia Universidad Católica de Chile. 590 pp.
 48. Gómez, M. 2010. La poda en la productividad de arándano (*Vaccinium* spp.) en Michoacán. Tesis Mg. Sc. en Horticultura, MX, Departamento de Fitotecnia, Instituto de Horticultura, Universidad Autónoma Chapingo. 77 pp.
 49. Gough, R.E., Shutak, V.G. & Hauke, R.L., 1978. Growth and development of highbush blueberry. II. Reproductive growth, histological studies. *US, Journal of the American Society for Horticultural Science* 103. pp. 476-479.

50. Gough, R.E. 1980. Root distribution of 'Coville' and 'Lateblue' highbush blueberry under sawdust mulch. US, Journal of the American Society for Horticultural Science 105. pp. 576-578.
51. Gough, R.E. 1994. The Highbush Blueberry and Its Management. US, New York, Binghamton, Food Product Press, 267 pp.
52. Hall, I.V, Craig, D.L. & Aalders, L.E., 1963. The effect of photoperiod on the growth and flowering of the highbush blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.). US, Actas de American Society for Horticultural Science 82, pp. 260-263.
53. Hancock, J.F., Lyrene, P., Finn, C.E., Vorsa, N. and Lobos, G.A. (2008) Blueberries and cranberries. In: Hancock, J.F. (ed.) Temperate Fruit Breeding: Germplasm to Genomics. Dordrecht, NL, Springer Science+Business Media BV. pp. 115-150.
54. Hart, J.; Strik, B.; White, L.; Yang, W. 2006. Nutrient Management for Blueberries in Oregon. Extension Service, Oregon State University. 16 pp.
55. Hirzel, J. Rodríguez, N. 2008. Programas generales de fertirrigación para frutales de la zona centro sur. Boletín 77, Informativo Agropecuario Bioleche - Centro Regional de Investigación Quilamapu. Instituto de Investigaciones Agropecuarias – INIA, Ministerio de Agricultura Del Gobierno de Chile. 4 pp.
56. Hirzel, J. 2013. Fertilización en el Arándano. In Undurraga, P. & Vargas, S. Manual de Arándano. Centro Regional de Investigación Quilamapu. Instituto de Investigaciones Agropecuarias – INIA, Ministerio de Agricultura Del Gobierno de Chile. 120 pp.
57. Holzapfel, E. A.; Hepp, R. F.; Mariño, M. A. 2004. Effect of irrigation on fruit production in blueberry. CL, Universidad de Concepción. 13 pp.
58. Holzapfel, E.A.; Jara, J.; Coronata, A. M. 2014. Number of drip laterals and irrigation frequency on yield and exportable fruit size of highbush blueberry grown in a sandy soil. CL, Agricultural Water Management 148 (2015) 207–212. 6 pp.
59. Howell, G.S., Hanson, C.M., Bittenbender, H.C. and Stackhouse, S.S. 1975. Rejuvenating highbush blueberries. Journal of the American Society for Horticultural Science 100. pp. 455-457.

60. Huang, Y.H.; Lang, G.A. 1995. Effects of pollen sources on ovule and berry development of southern highbush blueberries. New Orleans, US. Abstracts of the ASHS Southern Region, 55th Annual Meeting. Hortscience, 30(3), pp. 436.
61. Huang, Y.H.; Johnson, C.E.; Sundberg, M.D., 1997. Floral morphology and development of 'Sharpblue' southern blueberry in Louisiana. US, Journal of the American Society for Horticultural Science 122, pp. 630-633.
62. Huayhua, L. 2016. Uso de Fosfitos en la prevención de *Phytophthora cinnamomi* en Arándano (*Vaccinium corymbosum*) cv. Biloxi, en invernadero. Tesis Ing. Agrónomo, PE, Facultad de Agronomía, Universidad Nacional Agraria La Molina.
63. Jacobs, L.A.; Kimbrough, J.W. & Davies, F.S. 1980. Synthesis of a Mycorrhizal Association between *Elaphomyces personii* and *Vaccinium ashei*. Mycological Society of America Newsletter. 31 (1). pp. 40.
64. Jansen, W. A. G. M. 1997. Pruning of Highbush Blueberries. Sixth International Symposium of Vaccinium culture. Acta Horticulturae 446, pp. 333 – 335.
65. Jorquera-Fontenal, E, Alberdi, M y Franck, N., 2014. Pruning severity affects yield, fruit load and fruit and leaf traits of 'Brigitta' blueberry. CL, Journal of Soil Science and Plant Nutrition, 14 (4), 855-868. 14 pp.
66. Kovaleski, A. P.; Darnell, R. L.; Casamali, B.; Williamson, J. G. 2015. Effects of Timing and Intensity of Summer Pruning on Reproductive Traits of Two Southern Highbush Blueberry Cultivars. Hortscience, 50 (10). pp. 1486 – 1491.
67. Kilby, M.W. 1999. Evaluation of various pruning methods for maximum production of wine grape cultivars in Southern Arizona. University of Arizona College of Agriculture 1999 Wine Grape Research Report. 5 pp.
68. Larraín, P.; Salas, C.; Graña, F. 2007. Plagas del Arándano y Generalidades del Manejo – Región Coquimbo. CL, INIA Tierra Adentro, Noviembre – Diciembre 2007. pp. 16 – 20.
69. Lyrene, P.M. 2004. Flowering and Leafing of Low-Chill Blueberries in Florida. Proceedings of the Ninth North American Blueberry Research and Extension Workers Conference. The Haworth Press, Inc. pp. 375-379.
70. Lobos, G.A., Retamales, J.B., Del Pozo, A., Hancock, J.F. and Fiore, J.A. 2009. Physiological response of *Vaccinium corymbosum* L. cv. Elliott to shading nets in Michigan, US. Acta Horticulturae 810, pp. 465-470.

71. Longstroth, M. 2012. The annual cycle of growth of northern highbush blueberry. Michigan State University. US, 2 pp. Consultado el 03 de mayo de 2015. Disponible en http://blueberries.msu.edu/uploads/files/Bluerry_CycleOfGrowth_Mark.pdf.
72. MacBride, 1946. *Vaccinium and relatives in the Andes of Peru*. University of Wyoming Publications. US, Vol. XI, No. 4, pp. 37-46. C. Consultado el 26 de abril de 2015. Disponible en <http://uwyo.coalliance.org/islandora/object/wyu%3A69824#page/1/mode/1up>.
73. Maqbool, R.; Percival, D.; Zaman, Q; Astatkie, T; Adl; Buszard, D. 2016. Improved Growth and Harvestable Yield through Optimization of Fertilizer Rates of Soil-applied Nitrogen, Phosphorus, and Potassium in Wild Blueberry (*Vaccinium angustifolium* Ait.). *HortScience* 51(9), pp. 1092 – 1097.
74. Michigan State University, US. Estadíos de crecimiento del arándano. Consultado el 03 de mayo de 2015. Disponible en http://blueberries.msu.edu/growing_blueberries/growth_stages_table.
75. Milivojević, J.; Radivojević, D.; Nikolić, M.; Dragišić Maksimović, J. 2016. Changes in fruit quality of highbush blueberries (*Vaccinium corymbosum*) during the ripening season. *Acta Horticulturae* 1139, pp. 657 – 664.
76. Miller, W.R.; McDonald, R.E.; Smittle, B.J. 1995. Quality of ‘Sharpblue’ Blueberries after Electron Beam Irradiation. *Hortscience*, 30(2), pp. 306 – 308.
77. MINAGRI (Ministerio de Agricultura y Riego, PE). Dirección General de Políticas Agrarias. Dirección de Estudios Económicos e Información Agraria. 2016. El Arándano en el Perú y el Mundo. Producción, Comercio y Perspectivas. Consultado el 27 de junio de 2017. Disponible en <http://www.minagri.gob.pe/portal/analisis-economico/analisis-2016?download=10356:estudio-del-arandamo-en-el-peru-y-el-mundo>
78. MRE (Ministerio de Relaciones Exteriores, PE). Oficina Comercial de Miami en Perú, 2011. Perfil de Mercado de Arándanos en los Estados Unidos de Norteamérica. 34 pp. Consultado el 26 de abril de 2015. Disponible en <http://www.siicex.gob.pe/siicex/documentosportal/alertas/documento/doc/679028340radE80FF.pdf>.
79. Mirsky, S. 2011. Early 20th Century Botanist Gave Us Domesticated Blueberries. US, Consultado el 03 de mayo de 2015. Disponible en

<https://www.scientificamerican.com/podcast/episode/early-20th-century-botanist-gave-us-11-06-17/>.

80. Moggia, C. L. 1991. Aspectos de la Cosecha y OPiscsecha de arándanos. In Retamales, J.; Moggia, C.; Lolas, M. & Román, H. (Eds.). Seminario Internacional: Arándano, producción comercial y perspectivas económicas. Universidad de Talca. pp. 80-92.
81. Moon, J.W., Fiore, J.A. and Hancock, J.F. 1987. A comparison of carbon and water vapor gas exchange characteristics between a diploid and highbush blueberry. US. Journal of the American Society for Horticultural Science 112, 134-138.
82. Müller, J. L. 2011. Developing pruning strategies for southern highbush blueberries 'Star', 'Emerald' and 'Jewel: Intensity and combinations of pruning cuts. In Pruning and pollination studies on southern highbush blueberries (*V. corymbosum* L. interspecific hybrids). Thesis Mg. Sc. in Agriculture, ZA, Department of Horticultural Science, University of Stellenbosch. 104 pp.
83. Mullinix, B.; Krewer, G.; Nesmith, S.; Scarborough, S.; Clark, J.; Stanaland, D. 1996. Growth Regulators: Fruit Set Experiments on Blueberries in Southern Georgia. US, Abstracts of the ASHS Southern Region, 56th Annual Meeting. Hortscience, 31(5), pp. 750.
84. NeSmith, D.S.; Krewer, G. 1998. The Effect of Timing of Dormex Application on Blueberry Leafing and Flower Mortality. In Abstracts of ASHS Southern Region 58th Annual Meeting. HortScience 33(4). pp. 601.
85. Palma, M. 2004. Efecto de diferentes estrategias de poda sobre el rendimiento y calidad de fruta de arándanos (*Vaccinium corymbosum* L. y *V. ashei* Reade). Memoria de título, CL, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad de Talca. 43 pp.
86. Panicker, G.K. & Matta, F.B. 1998. Effect of ABA and Paclobutrazol on Cold Hardiness of Blueberries. In Abstracts of ASHS Southern Region 58th Annual Meeting. HortScience 33(4). pp. 601-602.
87. Pavlis, G.C. Pruning Blueberries: Fact & Fiction. 2008. In The Blueberry Bulletin. New Jersey, US. Rutgers Cooperative Research & Extension of Atlantic County. 24(24). pp. 2-3. Ed. G.C. Pavlis.

88. Patten, K.; Nimr, G.; Neuendorff, E. 1990. Evaluation of living mulch systems for Rabbiteye Blueberry production. Abstracts of the ASHS Southern Region 50th Annual Meeting. HortScience 25(8), 1990. pp. 848 – 865.
89. Patten, K.; Neuendorff, E.; Nimr, G.; Clark, J.R.; Fernández, G. 1991. Cold Injury of Southern Blueberries as a Function of Germplasm and Season of Flower Bud Development, US. Hortscience 26(1), pp. 18-20.
90. Patterson, M.; Ahmedullah, M.; Younce, F.; Robbins, J.A.; Luo, Y. 1990. Gas Mixtures for Blueberry Preservation. Abstracts of the 87th Annual Meeting of the American Society for Horticultural Science, Tucson, Arizona, US. HortScience 25(9), p. 27.
91. Pescie, M.A. & López, C.G. 2007. Inducción floral en arándano alto del sur (*Vaccinium corymbosum*), var. O’Neal. AR. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Revista de Investigaciones Agropecuarias, 36(2), pp. 97-107.
92. Pescie, M.A.; Borda, M; Fedyszak, P & López, C.G. 2011. Efecto del momento y tipo de poda sobre el rendimiento y calidad de fruto en arándanos altos del sur (*Vaccinium corymbosum*), var. O’Neal en la provincia de Buenos Aires. AR. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Revista de Investigaciones Agropecuarias, 37(3), pp. 268-274.
93. Rebolledo, C. 2013. Establecimiento del arándano. In Undurraga, P. & Vargas, S. Manual de Arándano. Centro Regional de Investigación Quilamapu. Instituto de Investigaciones Agropecuarias – INIA, Ministerio de Agricultura del Gobierno de Chile. 120 pp.
94. Rebolledo, C. 2013. Poda y Polinización en Arándano. In Undurraga, P. & Vargas, S. Manual de Arándano. Centro Regional de Investigación Quilamapu. Instituto de Investigaciones Agropecuarias – INIA, Ministerio de Agricultura del Gobierno de Chile. 120 pp.
95. Retamal, J. A. 2014. Influencia de las condiciones microclimáticas bajo túnel alto sobre respuestas fisiológicas y productivas en arándano (*Vaccinium corymbosum* L.). Tesis Mg. Sc. Ciencias Agronómicas Mención en Producción Vegetal. Concepción, CL, Facultad de Agronomía. Universidad de Concepción. 33 pp.
96. Retamales, J., Montecino, J.M., Lobos, G.A. and Rojas, L.A. 2008. Colored shading nets increase yields and profitability of highbush blueberries. US, Acta

- Horticulturae 770, pp. 193-197. Disponible en http://www.researchgate.net/publication/257821038_Colored_shading_nets_increase_yields_and_profitability_of_highbush_blueberries
97. Retamales, J. & Hancock, J. 2012. Blueberries. US, Cambridge, Massachusetts, Centre for Agricultural Bioscience International, 323 pp.
 98. Rodríguez-Mateos, A.; Cifuentes-Gómez, Tania; Tabatabaee, S; Lecras, C. & Spencer, J.P.E.; 2011. Procyanidin, Anthocyanin, and Chlorogenic Acid Contents of Highbush and Lowbush Blueberries. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 60, US, pp .5772–5778.
 99. Sánchez-Reyes, U. J.; Niño-Maldonado, S.; Meléndez-Jaramillo, E.; Gómez-Moreno, V. del C.; Villanueva-Alanís, B.; Martínez-Ruíz, N. Y. 2015. Primer Registro de *Cryptocephalus downiei* Riley & Gilbert, 1999 (Coleoptera: Chrysomelidae, Cryptocephalinae) en México. *Universidad de Guadalajara, Dugesiana* 22 (1): 55-57.
 100. San Martín, J. 2009. Manejo de poda en arándanos. CL, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Ministerio de Agricultura, 4 pp.
 101. Sebastián, J.I.De. 2010. Los frutos del bosque o pequeños frutos en la Cornisa Cantábrica: el Arándano. ES, Consejería de Desarrollo Rural, Ganadería, Pesca y Biodiversidad. Gobierno de Cantabria. 160 pp.
 102. Senthilkumar, S.; Vijayakumar, R.M.; Soorianathasundaram, K.; Durga Devi, D. 2015. Effect of Pruning Severity on Vegetative, Physiological, Yield and Quality Attributes in Grape (*Vitis vinifera* L.): A Review. *Current Agriculture Research Journal*. 3(1), pp. 42 – 54.
 103. Servicio Nacional de Sanidad Agraria, 2014. Informe ARP N° 040-2014-MINAGRI-SENASA-DSV/SARVF. PE, Disponible en <http://www.senasa.gob.pe/senasa/wp-content/uploads/2014/12/31.pdf> Consultado el 21 de octubre de 2015.
 104. Shi, M.; Loftus, H.; McAinch, A.J.; Su. X.Q.; 2016. Blueberry as a source of bioactive compounds for the treatment of obesity, type 2 diabetes and chronic inflammation. *Journal of Functional Foods* 30, US, pp. 16 – 29.
 105. Siefker, J. H.; Hancock, J. F. 1986. Yield Component Interactions in Cultivars of the High-bush Blueberry. *HortScience* 22(2). pp. 210 – 211.

106. Sierra Exportadora – Presidencia del Consejo de Ministros de Perú, 2012. Estudio de prefactibilidad para la producción y comercialización de arándanos (*Vaccinium corymbosum* L.) en condiciones de valles andinos. Estudio elaborado por Ing. Liliana Benavides. 146 pp.
107. Sierra Exportadora – Presidencia del Consejo de Ministros del Gobierno de Perú, 2013. Situación mundial de los arándanos frescos y procesados y perspectivas próxima temporada 2013/2014. Estudio elaborado por la consultora Rconsulting S.A. 45 pp. Consultado el 26 de abril de 2015. Disponible en <http://www.sierraexportadora.gob.pe/wp-content/uploads/biblioteca-virtual/Oportunidades%20en%20Mercados%20Laborales/SITUACION%20MUNDIAL%20DE%20LOS%20ARANDANOS%20FRESCOS.pdf>
108. Spann, T.M., Williamson, J.G. and Darnell, R.L. 2004. Photoperiod and temperature effects on growth and carbohydrate storage in southern highbush blueberry inter specific hybrids. *Journal of the American Society for Horticultural Science* 129, pp. 294-298. Consultado el 30 de octubre de 2015. Disponible en <http://journal.ashspublications.org/content/129/3/294.full.pdf+html?sid=8794d846-29b3-45bc-a3fb-fd90328d832b>.
109. Special T ®, 2010. Productos. Consultado el 16 de agosto de 2017. Disponible en <http://www.specialt.cl/productos.html>
110. Spiers, J.M. 1990. Influence of Aluminum and Manganese on Rabbiteye Blueberries. Mississippi, US, *HortScience* 25 (5), pp. 515-516.
111. Spiers, J.M. 1995. Substrate Temperatures Influence Root and Shoot Growth of Southern Highbush and Rabbiteye Blueberries. Mississippi, US, *HortScience* 30 (5), pp. 1029-1030.
112. Spiers, J.M., Springer, S. J., Draper, A.D. & Gupton, C. L. 2002. ‘Biloxi’ Southern Highbush Blueberry, US. *Acta Horticulturae* 715, pp. 105 – 110.
113. Spiers, J.M., Marshall, D.A.; Smith, B.J. & Braswell; J.H; 2006. Method to determine chilling requirement in blueberries. US, *Acta Horticulturae* 574, pp. 193-197.
114. Strik, B.C.; Brazelton, D.; Penhallegon, R. 1990. A Grower's Guide to Pruning Highbush Blueberries (Spanish). Oregon State University Extension Service

- Video. Visto el 02 de mayo de 2017. Disponible en https://media.oregonstate.edu/media/t/0_blqxjjqp
115. Strik, B.C.; Buller, G.; Hellman, E. 2003. Pruning severity affects yield, berry weight and hand harvest efficiency of highbush blueberry. Oregon, US, HortScience 38 (2), pp. 196-199.
 116. Strik, B.C.; Buller, G. 2005. The Impact of Early Cropping on Subsequent Growth and Yield of Highbush Blueberry in the Establishment Years at Two Planting Densities is Cultivar Dependant. Oregon, US, HortScience 40 (7), pp. 1998-2001.
 117. Topp, G.C.; Dow, B.; Edwards, M.; Gregorich, E.G.; Curnoe, W.E.; Cook, F.J. 2000. Oxygen measurements in the root zone facilitated by TDR. Canadian Journal of Soil Science 80, 33-41.
 118. Thomas, P. 1957. Trees: Their natural history. UK, Cambridge University Press. 271 pp.
 119. USDA (Department of Agriculture, US). National Agricultural Statistics Service, 2017. Statistics by Subject. National Statistics for Blueberries. Base de Datos Agricultura (en línea). Data Items: BLUEBERRIES, TAME – PRODUCTION, MEASURED IN LB; BLUEBERRIES, TAME – FRESH MARKET – PRODUCTION, MEASURED IN LB Consultad el 27 de junio de 2017. Disponible en https://www.nass.usda.gov/Statistics_by_Subject/result.php?26B9167E-6AE6-39BE-9722-83A102E8EA11§or=CROPS&group=FRUIT%20%26%20TREE%20NUTS&comm=BLUEBERRIES
 120. University of California, Davis; Division of Agriculture and Natural Resources; Postharvest Technology. 1998. Bushberries, Recommendations for Maintaining Postharvest Quality. Eds. E.J. Mitcham, C.H. Crisosto & A.A. Kader. Consultado el 15 de abril de 2017. Disponible en : http://postharvest.ucdavis.edu/Commodity_Resources/Fact_Sheets/Datastores/Fruit_English/?uid=12&ds=798
 121. Uribe, H. 2013. Riego en Arándano. In Undurraga, P. & Vargas, S. Manual de Arándano. Centro Regional de Investigación Quilamapu. Instituto de

- Investigaciones Agropecuarias – INIA, Ministerio de Agricultura del Gobierno de Chile. 120 pp.
122. Uribe, H. & Riquelme, F. 2013. Huella Hídrica del Arándano. In Osorio, A (ed.). Determinación de la Huella de Agua y Estrategias de Manejo de Recursos Hídricos. Instituto de Investigaciones Agropecuarias– INIA, Ministerio de Agricultura del Gobierno de Chile. Serie Actas INIA N° 50. 120 pp.
123. Velásquez, A. Presentación del programa PeruBerries. Sierra Exportadora – Presidencia del Consejo de Ministros del Gobierno de Perú. Enmarcado en el Simposio Internacional de Súper Frutas del Perú – FRUTICIA 2014. 26 diapositivas.
124. Vidal, I. 2003. Fertirriego en berries. CL, Facultad de Agronomía Universidad de Concepción. 15 pp.
125. Wenslaff, T.F.; Lyrene, P. 1990. Evaluation of mentor Pollination for Blueberry breeding. Abstracts of the 87th Annual Meeting of the American Society for Horticultural Science, Tucson, Arizona, US. HortScience 25(9), p. 72.
126. Werheim. S.J. 2005. Pruning. In Fundamentals of Temperate zone tree fruit production. NL, Leiden, Backhuys Publishers. pp 176-189. Eds. J. Tromp, A.D. Webster y S. J. Wertheim.
127. Wright, G. 1993. Performance of southern highbush and rabbiteye blueberries on the Corindi Plateau, NSW, Australia. Acta Horticulturae 346, 141-148.
128. Wilk, P.; Simpson, M.; Browne, B. 2016. Berry plant protection guide 2016 – 2017. New South Wales, Government, AU, Department of Primary Industries. Horticulture Innovation Australia Limited. 97 pp.
129. Williamson, J.G.; Davies, F.S.; Lyrene, P. 2014. Pruning Blueberry Plants in Florida. Institute of Food and Agricultural Sciences – Extension Service, University of Florida. 10 pp.
130. Williamson, J.G.; Miller, E.P. 2005. Fertilization of Southern Highbush Blueberries on Pine Bark Beds. Las Vegas, Nevada, US. Poster Session Abstracts, 102nd Annual International Conference of the American Society of Horticultural Science. pp 1059.
131. Williamson, J. G.; NeSmith, D. S. 2007. Evaluation of Flower Bud Removal Treatments on Growth of Young Blueberry Plants. HortScience 42(3), pp. 571 – 573.

132. Williamson, J.G.; Olmstead, J.W.; England, G.K.; Lyrene, P. 2014. Southern Highbush Blueberry Cultivars from the University of Florida. Institute of Food and Agricultural Sciences – Extension Service, University of Florida. 10 pp.
133. Windus, N.D., Shutak, V.G. and Gough, R.G. 1976. CO₂ and C₂H₄ evolution in highbush blueberry fruit. HortScience 11. pp. 515-517.
134. Wu, L.; Ma, L; Li, Y. 2016. Studies on morphological and physiological response of eight blueberry cultivars under water stress. Acta Horticulturae 1117, 251-257.
135. Yang, W.Q.; Goulart, B.L. & Demchak, K. The effect of aluminium and media on the growth of mycorrhizal and nonmycorrhizal highbush blueberry plantlets. US, Plant and Soil 183(3). pp. 301-308.
136. Yang, W.Q.; Andrews, H.E. & Basey, A. 2016. Blueberry rootstock: selection, evaluation, and field performance of grafted blueberry plants, US. Acta Horticulturae, 1117; pp. 119 – 124.
137. Yañez, P.; Retamales, J.; Lobos, G.A. y Pozo, A. del. 2009. Light Environment within Mature Rabbiteye Blueberry Canopies Influences Flower Bud Formation. CL. Acta Horticulturae 810, pp. 471 - 474.
138. Zapata, L.; Heredia, A.; Malleret, A.; Quinteros, F.; Cives, H.; Carlazara, G. 2013. Evaluación de parámetros de calidad que ayuden a definir la frecuencia de recolección de bayas de arándanos. Hermosillo, MX, Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha - Asociación Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, S.C., vol. 14, núm. 2, pp. 186-194.

VIII. ANEXOS

8.1. ANÁLISIS DE VARIANZA

ANVA Rendimiento Total Normalidad sí cumple p-value = 0.4034 CV%=9.694364
 Homogeneidad sí cumple p-value = 0.9952

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fcal.	Prob. Pr>F	Signif.
Tratamiento	5	312.3	62.46	4.076	0.0155	*
Bloques	3	48.6	16.2	1.057	0.3964	ns
Error experimental	15	229.8	15.32			
Total	23	590.7				

ns= no significativo; .=significativo al 0.1 de probabilidad*= significativo al 0.05 de probabilidad; **= significativo al 0.01 de probabilidad; ***=significativo al 0.001 de probabilidad

ANEXO 1: Análisis de Varianza de la variable Rendimiento Total de V. corymbosum L. cv. Biloxi para diferentes tipos de poda. 5 por ciento de significación. Chao – La Libertad. 2015.

ANVA Agosto Normalidad sí cumple p-value = 0.5253 CV%=11.62159
 Homogeneidad sí cumple p-value = 0.7437

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fcal.	Prob. Pr>F	Signif.
Tratamiento	5	454.7	90.94	104.09	4.24E-11	***
Bloques	3	27.5	9.16	10.48	0.000571	***
Error experimental	15	13.1	0.87			
Total	23	495.3				

ns= no significativo; .=significativo al 0.1 de probabilidad*= significativo al 0.05 de probabilidad; **= significativo al 0.01 de probabilidad; ***=significativo al 0.001 de probabilidad

ANEXO 2: Análisis de Varianza de la variable Rendimiento en el mes Agosto de V. corymbosum L. cv. Biloxi para diferentes tipos de poda. 5 por ciento de significación. Chao – La Libertad. 2015.

ANVA Setiembre Normalidad sí cumple p-value =0.3874 CV%=12.31289
Homogeneidad sí cumple p-value = 0.6757

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fcal.	Prob. Pr>F	Signif.
Tratamiento	5	409.4	81.87	6.169	0.00268	**
Bloques	3	45.4	15.12	1.139	0.36518	ns
Error experimental	15	199.1	13.27			
Total	23	653.9				

ns= no significativo; .=significativo al 0.1 de probabilidad*= significativo al 0.05 de probabilidad; **=
significativo al 0.01 de probabilidad; ***=significativo al 0.001 de probabilidad

ANEXO 3: Análisis de Varianza de la variable Rendimiento en el mes Setiembre de V. corymbosum L. cv. Biloxi para diferentes tipos de poda. 5 por ciento de significación. Chao – La Libertad. 2015.

ANVA Octubre Normalidad sí cumple p-value = 0.0155 CV%=0.009739796
Homogeneidad sí cumple p-value = 0.0866

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fcal.	Prob. Pr>F	Signif.
Tratamiento	5	3.059E-08	6.118E-09	1.452	0.263	ns
Bloques	3	1.269E-08	4.231E-09	1.004	0.418	ns
Error experimental	15	6.322E-08	4.214E-09			
Total	23	1.065E-07				

ns= no significativo; .=significativo al 0.1 de probabilidad*= significativo al 0.05 de probabilidad; **=
significativo al 0.01 de probabilidad; ***=significativo al 0.001 de probabilidad

ANEXO 4: Análisis de Varianza de la variable Rendimiento en el mes Octubre de V. corymbosum L. cv. Biloxi para diferentes tipos de poda. 5 por ciento de significación. Chao – La Libertad. 2015.

ANVA Noviembre Normalidad sí cumple p-value = 0.5647 CV%=
17.58321
Homogeneidad sí cumple p-value = 0.2693

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fcal.	Prob. Pr>F	Signif.
Tratamiento	5	15.34	3.068	0.661	0.659	ns
Bloques	3	31.2	10.402	2.24	0.126	ns
Error experimental	15	69.65	4.643			
Total	23	116.19				

ns= no significativo; .=significativo al 0.1 de probabilidad*= significativo al 0.05 de probabilidad; **=
significativo al 0.01 de probabilidad; ***=significativo al 0.001 de probabilidad

ANEXO 5: Análisis de Varianza de la variable Rendimiento en el mes Noviembre de V. corymbosum L. cv. Biloxi para diferentes tipos de poda. 5 por ciento de significación. Chao – La Libertad. 2015.

ANVA Diciembre - Enero

Normalidad sí cumple
Homogeneidad sí cumple

p-value = 0.0839
p-value = 0.5952

CV%=8.512978

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fcal.	Prob. Pr>F	Signif.
Tratamiento	5	43403	8681	4.07	0.0156	*
Bloques	3	11827	3942	1.848	0.1818	ns
Error experimental	15	31993	2133			
Total	23	87223				

ns= no significativo; .=significativo al 0.1 de probabilidad*= significativo al 0.05 de probabilidad; **= significativo al 0.01 de probabilidad; ***=significativo al 0.001 de probabilidad

ANEXO 6: Análisis de Varianza de la variable Rendimiento en el mes Diciembre – Enero de V. corymbosum L. cv. Biloxi para diferentes tipos de poda. 5 por ciento de significación. Chao – La Libertad. 2015.

ANVA
Calibre Total

Normalidad sí cumple
Homogeneidad sí cumple

p-value = 0.917
p-value = 0.0541

CV%=1.004392

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fcal.	Prob. Pr>F	Signif.
Tratamiento	5	4.941	0.9882	42.79	2.36E-08	***
Bloques	3	0.171	0.0572	2.475	0.101	ns
Error experimental	15	0.346	0.0231			
Total	23	5.458				

ns= no significativo; .=significativo al 0.1 de probabilidad*= significativo al 0.05 de probabilidad; **= significativo al 0.01 de probabilidad; ***=significativo al 0.001 de probabilidad

ANEXO 7: Análisis de Varianza de la variable Calibre Promedio Total de V. corymbosum L. cv. Biloxi para diferentes tipos de poda. 5 por ciento de significación. Chao – La Libertad. 2015.

ANVA Calibre Comercial

Normalidad sí cumple
Homogeneidad sí cumple

p-value = 0.7942
p-value = 0.1956

CV%=0.8580112

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fcal.	Prob. Pr>F	Signif.
Tratamiento	5	1.204	0.2408	13.489	0.0000421	***
Bloques	3	0.1546	0.05154	2.887	0.0703	.
Error experimental	15	0.2678	0.01785			
Total	23	1.6264				

ns= no significativo; .=significativo al 0.1 de probabilidad*= significativo al 0.05 de probabilidad; **= significativo al 0.01 de probabilidad; ***=significativo al 0.001 de probabilidad

ANEXO 8: Análisis de Varianza de la variable Calibre Promedio Comercial de V. corymbosum L. cv. Biloxi para diferentes tipos de poda. 5 por ciento de significación. Chao – La Libertad. 2015.

ANVA % Comercial

Normalidad sí cumple
Homogeneidad sí cumple

p-value = 0.3288
p-value = 0.6601

CV%=1.829389

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fcal.	Prob. Pr>F	Signif.
Tratamiento	5	753.8	150.76	55.176	3.99E-09	***
Bloques	3	18.7	6.23	2.279	0.121	ns
Error experimental	15	41	2.73			
Total	23	813.5				

ns= no significativo; .=significativo al 0.1 de probabilidad*= significativo al 0.05 de probabilidad; **= significativo al 0.01 de probabilidad; ***=significativo al 0.001 de probabilidad

ANEXO 9: Análisis de Varianza de la variable Porcentaje Comercial de V. corymbosum L. cv. Biloxi para diferentes tipos de poda. 5 por ciento de significación. Chao – La Libertad. 2015.

ANVA
Sólidos Solubles

Normalidad sí cumple
Homogeneidad sí cumple

p-value = 0.8092
p-value = 0.5940

CV%=2.4413

Fuente de variación	G.L	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fcal.	Prob. Pr>F	Signif.
Tratamiento	5	0.2371	0.0474	0.595	0.7041	ns
Bloques	3	1.306	0.4353	5.465	0.00968	**
Error experimental	15	1.1949	0.0797			
Total	23	2.738				

ns= no significativo; .=significativo al 0.1 de probabilidad*= significativo al 0.05 de probabilidad; **= significativo al 0.01 de probabilidad; ***=significativo al 0.001 de probabilidad

ANEXO 10: Análisis de Varianza de la variable Sólidos Solubles medidos en Grados Brix de V. corymbosum L. cv. Biloxi para diferentes tipos de poda. 5 por ciento de significación. Chao – La Libertad. 2015.

8.2. TRANSFORMACIÓN DE DATOS

Tratamientos		Agosto	Setiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
T0	Testigo no podado	14.5837(213.65)a	32.405(1073.2)ab	0.6665(339.25)a	13.0606(177.25)a	9.5864(215.1)a	44.585(2018.45)a
T1	Remoción de flores y frutos	12.5501(158.9)b	35.1884(1241.4)a	0.6665(243)a	13.5404(192.15)a	9.4467(204.15)a	45.0822(2039.6)a
T2	Poda alta a 60 cm	4.7863(26.0875)e	28.3893(829.65)b	0.6666(394.5125)a	11.779(139.525)a	9.8125(231.275)a	40.1121(1621.05)ab
T3	Poda baja a 30 cm	1.9711(5.6667)f	21.9032(482.35)c	0.6666(472.5542)a	11.5268(139.0667)a	7.8244(122.8125)b	34.8374(1222.45)b
T4	Poda alta con alimentador	8.0815(66.75)c	30.9263(961.25)ab	0.6665(292.05)a	11.3732(131)a	8.6342(152.5)ab	39.9717(1603.55)ab
T5	Poda baja con alimentador	6.2823(40.85)d	28.7159(828.3)b	0.6665(273.9)a	12.2494(151.15)a	8.1787(130.25)b	37.6745(1424.45)b
Promedio		8.0425	29.58799	0.6665299	12.25488	8.913831	40.37712
CV %		11.62159	12.31289	0.009739796	17.58321	8.512978	9.694364

ANEXO 11: Promedios de Rendimiento por mes en V. corymbosum L. cv. Biloxi para diferentes tipos de poda, expresados en valores transformados y g/planta entre paréntesis. 5 por ciento de significación. Chao – La Libertad. 2015. Método de transformación Box y Cox para cumplir con los requerimientos de Normalidad de Errores y Homogeneidad de Varianzas.